

10/525797

DOCKET NO.: 266746US26PCT

DT01 Rec'd PCT/PTC 25 FEB 2005

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Hiroshi KANNAN, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/10939

INTERNATIONAL FILING DATE: August 28, 2003

FOR: SUBSTRATE PROCESSING UNIT, METHOD OF DETECTING END POINT OF CLEANING OF SUBSTRATE PROCESSING UNIT, AND METHOD OF DETECTING END POINT OF SUBSTRATE PROCESSING

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

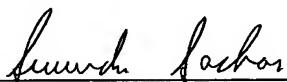
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Japan	2002-252270	30 August 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/10939.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Steven P. Weihrouch  
Attorney of Record  
Registration No. 32,829  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

10/525797

PCT/JP 03/10939

REC'D 19 SEP 2003 28.08.03

WIPO

PCT

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 8月30日

出願番号  
Application Number: 特願2002-252270

[ST. 10/C]: [JP 2002-252270]

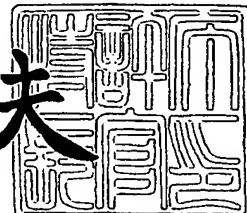
出願人  
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3064464

【書類名】 特許願  
【整理番号】 JPP010126  
【提出日】 平成14年 8月30日  
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/00  
【発明の名称】 基板処理装置、基板処理装置のクリーニングの終点検出方法、及び基板処理の終点検出方法  
【請求項の数】 10  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 河南 博  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 石坂 忠大  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 小島 康彦  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 大島 康弘  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 重岡 隆

## 【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100077849

【弁理士】

【氏名又は名称】 須山 佐一

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014395

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9104549

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理装置、基板処理装置のクリーニングの終点検出方法、及び基板処理の終点検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を収容する処理容器と、  
前記処理容器内に前記処理容器内をクリーニングするためのクリーニングガス  
を供給するクリーニングガス供給系と、  
前記処理容器内を排気する排気手段と、  
前記排気手段の作動状態を検出する作動状態検出手段と、  
前記作動状態検出手段の検出結果に基づいて前記クリーニングの終点を検出する  
終点検出手段と、  
を具備することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】 基板を収容する処理容器と、  
前記処理容器内に前記基板を処理するための処理ガスを供給する処理ガス供給  
系と、  
前記処理容器内を排気する排気手段と、  
前記排気手段の作動状態を検出する作動状態検出手段と、  
前記作動状態検出手段の検出結果に基づいて前記処理の終点を検出する終点検  
出手段と、  
を具備することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 3】 前記作動状態検出手段は、前記排気手段の振動を検出する振  
動検出手段を備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の基板処理装置。

【請求項 4】 前記振動検出手段は、前記排気手段の振動により発生する音  
波を検出する音波検出手段を備えていることを特徴とする請求項 3 記載の基板処  
理装置。

【請求項 5】 前記終点検出手段は、振動の強度変化により終点を検出する  
ことを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。

【請求項 6】 前記排気手段は、排気を行うための回転可能な回転体を備え  
ており、前記作動状態検出手段は、前記回転体の回転を検出する回転検出手段を

備えていることを特徴とする請求項1又は2記載の基板処理装置。

【請求項7】 前記排気手段は、排気を行うための回転可能な回転体と、電流が供給されることにより前記回転体を回転させる駆動手段とを備えており、前記作動状態検出手段は、前記駆動手段に供給される電流を検出する電流検出手段を備えていることを特徴とする請求項1又は2記載の基板処理装置。

【請求項8】 前記排気手段は、排気を行うための回転可能な回転体と、電流が供給されることにより前記回転体を支持する磁気軸受とを備えており、前記作動状態検出手段は、前記磁気軸受に供給される電流を検出する電流検出手段を備えていることを特徴とする請求項1又は2記載の基板処理装置。

【請求項9】 基板処理装置の処理容器内に前記処理容器内をクリーニングするためのクリーニングガスを供給し、かつ排気手段により前記処理容器内を排気している状態で、前記排気手段の作動状態を検出する作動状態検出工程と、

検出された前記排気手段の作動状態に基づいて前記クリーニングの終点を検出する終点検出工程と、

を具備することを特徴とする基板処理装置のクリーニングの終点検出方法。

【請求項10】 基板が収容された処理容器内に前記基板を処理するための処理ガスを供給し、かつ排気手段により前記処理容器内を排気している状態で、前記排気手段の作動状態を検出する作動状態検出工程と、

検出された前記排気手段の作動状態に基づいて前記処理の終点を検出する終点検出工程と、

を具備することを特徴とする基板処理の終点検出方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、基板処理装置、基板処理装置のクリーニングの終点検出方法、及び基板処理の終点検出方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来から、半導体ウェハ（以下、単に「ウェハ」という。）上に薄膜を形成す

る成膜装置としては、化学的に薄膜を形成する成膜装置が知られている。このような成膜装置では、プラズマ等を利用して、ウェハ上に薄膜を形成している。

ところで、ウェハに薄膜が形成された後のチャンバ内壁等には、生成物が付着している。チャンバ内壁等に生成物が付着している状態で、ウェハに薄膜を形成すると、生成物がチャンバ内壁等から剥離し、ウェハが汚染される場合がある。このようなことから、定期的にチャンバ内をクリーニングして、チャンバ内壁等に付着している生成物を取り除く必要がある。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

チャンバ内のクリーニングにおいては、クリーニング不足、過度のクリーニングによるチャンバ内壁等の損傷、及びクリーニングガスの消耗を抑制する点から適切なクリーニングの終点を検出することが重要になる。現在、クリーニングの終点を検出する方法としては、プラズマの発光強度を分光器で測定し、その発光強度に基づいて終点を検出する方法が知られている。

#### 【0004】

しかしながら、この方法でクリーニングの終点を検出するには、プラズマを発生させる必要があるため、プラズマを発生させずにクリーニングをする場合においては、利用することができないという問題がある。

#### 【0005】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものである。即ち、プラズマを発生させない場合であってもクリーニングの終点を検出することができる基板処理装置、基板処理装置のクリーニングの終点検出方法を提供することを目的とする。また、本発明は、プラズマを発生させない場合であっても基板処理の終点を検出することができる基板処理装置、及び基板処理の終点検出方法を提供することを目的とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決しようとする手段】

本発明の基板処理装置は、基板を収容する処理容器と、処理容器内に処理容器内をクリーニングするためのクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給

系と、処理容器内を排気する排気手段と、排気手段の作動状態を検出する作動状態検出手段と、作動状態検出手段の検出結果に基づいてクリーニングの終点を検出する終点検出手段と、を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置は、作動状態検出手段と終点検出手段とを備えているので、プラズマを発生させない場合であってもクリーニングの終点を検出することができる。

#### 【0007】

本発明の他の基板処理装置は、基板を収容する処理容器と、処理容器内に基板を処理するための処理ガスを供給する処理ガス供給系と、処理容器内を排気する排気手段と、排気手段の作動状態を検出する作動状態検出手段と、作動状態検出手段の検出結果に基づいて処理の終点を検出する終点検出手段と、を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置は、作動状態検出手段と終点検出手段とを備えているので、プラズマを発生させない場合であっても基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0008】

上記作動状態検出手段は、排気手段の振動を検出する振動検出手段を備えてもよい。振動検出手段で検出される排気手段の振動とは、振動そのもの或いは音波であってもよい。振動検出手段を備えることにより、排気手段の振動からクリーニング或いは基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0009】

上記振動検出手段は、排気手段の振動により発生する音波を検出する音波検出手段を備えてもよい。音波検出手段を備えることにより、排気手段の振動により発生する音波からクリーニング或いは基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0010】

上記終点検出手段は、振動の強度変化により終点を検出してもよい。振動の強度変化は所定の周波数或いはピーク周波数における振動の強度変化を含むものである。振動の強度変化から終点を検出することにより、確実にクリーニング或いは基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0011】

上記排気手段は、排気を行うための回転可能な回転体を備えており、作動状態

検出手段は、回転体の回転を検出する回転検出手段を備えていてもよい。回転検出手段で検出される回転体の回転とは、回転体の回転数或いは回転速度等を含むものである。回転検出手段を備えることにより、回転体の回転からクリーニング或いは基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0012】

上記排気手段は、排気を行うための回転可能な回転体と、電流が供給されることにより回転体を回転させる駆動手段とを備えており、作動状態検出手段は、駆動手段に供給される電流を検出する電流検出手段を備えていてもよい。電流検出手段を備えることにより、駆動手段に供給される電流からクリーニング或いは基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0013】

上記排気手段は、排気を行うための回転可能な回転体と、電流が供給されることにより回転体を支持する磁気軸受とを備えており、作動状態検出手段は、磁気軸受に供給される電流を検出する電流検出手段を備えていてもよい。電流検出手段を備えることにより、磁気軸受に供給される電流からクリーニング或いは基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0014】

本発明の基板処理装置のクリーニングの終点検出方法は、基板処理装置の処理容器内に処理容器内をクリーニングするためのクリーニングガスを供給し、かつ排気手段により処理容器内を排気している状態で、排気手段の作動状態を検出する作動状態検出工程と、検出された排気手段の作動状態に基づいてクリーニングの終点を検出する終点検出工程と、を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニングの終点検出方法は、作動状態検出工程と終点検出工程とを備えているので、プラズマを発生させない場合であってもクリーニングの終点を検出することができる。

#### 【0015】

本発明の基板処理の終点検出方法は、基板が収容された処理容器内に基板を処理するための処理ガスを供給し、かつ排気手段により処理容器内を排気している状態で、排気手段の作動状態を検出する作動状態検出工程と、検出された排気手

段の作動状態に基づいて処理の終点を検出する終点検出工程と、を具備することを特徴としている。本発明の基板処理の終点検出方法は、作動状態検出工程と終点検出工程とを備えているので、プラズマを発生させない場合であっても基板処理の終点を検出することができる。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

###### (第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施の形態について説明する。図1は本実施の形態に係る成膜装置の模式的な構成図であり、図2は本実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

#### 【0017】

図1に示されるように、成膜装置1は、例えばアルミニウムやステンレス鋼により形成されたチャンバ2を備えている。なお、チャンバ2は、アルマイド処理等の表面処理が施されているてもよい。

#### 【0018】

チャンバ2の側部には開口2aが形成されており、開口2a付近にはウェハWをチャンバ2内に搬入或いは搬出するためのゲートバルブ3が取り付けられている。チャンバ2の外側には、チャンバ2を所定の温度に加熱するヒータ4が巻回されている。

#### 【0019】

チャンバ2内には、ウェハWを載置するサセプタ5が配設されている。サセプタ5は、例えばAINやAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のセラミックスから形成されている。サセプタ5内には、サセプタ5を所定の温度に加熱するヒータ6が配設されている。ヒータ6でサセプタ5を所定の温度に加熱することにより、サセプタ5に載置されたウェハWが所定の温度に加熱される。

#### 【0020】

サセプタ5の3箇所には、ウェハWを昇降させるための孔5aが上下方向に形成されている。孔5aの下方には、孔5aに挿入可能なウェハ昇降ピン7がそれぞれ配設されている。ウェハ昇降ピン7は、ウェハ昇降ピン7が立設するように

ウェハ昇降ピン支持台8に固定されている。

#### 【0021】

ウェハ昇降ピン支持台8には、エアシリンダ9が固定されている。エアシリンダ9の駆動でエアシリンダ9のロッド9aが縮退することにより、ウェハ昇降ピン7が下降して、ウェハWがサセプタ5に載置される。また、エアシリンダ9の駆動でロッド9aが伸長することにより、ウェハ昇降ピン7が上昇して、ウェハWがサセプタ5から離れる。チャンバ2内部には、ロッド9aを覆う伸縮自在なベローズ10が配設されている。ベローズ10でロッド9aを覆うことにより、チャンバ2内の気密性が保持される。

#### 【0022】

チャンバ2の上部には、開口が形成されている。開口には、TiC14等のガスをチャンバ2内に供給するシャワーヘッド11が挿入されている。シャワーヘッド11は、TiC14及びArを供給するガス供給部11aと、NH<sub>3</sub>及びC1F<sub>3</sub>を供給するガス供給部11bとに分かれた構造になっている。ガス供給部11a、11bには、TiC14等のガスを吐出する多数のガス供給孔がそれぞれ形成されている。

#### 【0023】

ガス供給部11aには、TiC14及びArをガス供給部11aに供給する先端が2手に分かれたガス供給配管12が接続されている。ガス供給部11bには、NH<sub>3</sub>及びC1F<sub>3</sub>をガス供給部11bに供給する先端が2手に分かれたガス供給配管13が接続されている。

#### 【0024】

ガス供給配管12の一端には、TiC14を収容したTiC14供給源21が接続されている。ガス供給配管12には、TiC14を供給するための開閉自在なバルブ22及びTiC14の流量を調節するマスフローコントローラ(MFC)23が介在している。マスフローコントローラ23が調節された状態で、バルブ22が開かれることにより、TiC14供給源21から所定の流量でTiC14がチャンバ2内に供給される。

#### 【0025】

ガス供給配管12の他端には、Arを収容したAr供給源31が接続されている。ガス供給配管12には、Arを供給するための開閉自在なバルブ32及びArの流量を調節するマスフローコントローラ(MFC)33が介在している。マスフローコントローラ33が調節された状態で、バルブ32が開かれることにより、Ar供給源31から所定の流量でArがチャンバ2内に供給される。

#### 【0026】

ガス供給配管13の一端には、NH<sub>3</sub>を収容したNH<sub>3</sub>供給源41が接続されている。ガス供給配管13には、NH<sub>3</sub>を供給するための開閉自在なバルブ42及びNH<sub>3</sub>の流量を調節するマスフローコントローラ43が介在している。マスフローコントローラ43が調節された状態で、バルブ42が開かれることにより、NH<sub>3</sub>供給源41から所定の流量でNH<sub>3</sub>がチャンバ2内に供給される。

#### 【0027】

ガス供給配管13の他端には、チャンバ2内壁等に付着したTiNを取り除くためのC1F<sub>3</sub>を収容したC1F<sub>3</sub>供給源51が接続されている。ガス供給配管13には、バルブ52及びNH<sub>3</sub>の流量を調節するマスフローコントローラ53が介在している。マスフローコントローラ53が調節された状態で、バルブ52が開かれることにより、C1F<sub>3</sub>供給源51から所定の流量でC1F<sub>3</sub>がチャンバ2内に供給される。

#### 【0028】

チャンバ2の底部には、チャンバ2内の圧力を制御するオートプレッシャコントローラ(APC)61及び排気配管62を介して、チャンバ2内を排気するターボ分子ポンプ63が接続されている。オートプレッシャコントローラ61でコンダクタンスを調節した状態で、ターボ分子ポンプ63が作動することにより、チャンバ2内が所定の圧力に維持される。

#### 【0029】

図2に示されるように、ターボ分子ポンプ63は、ケーシング64を備えている。ケーシング64内には、ステータ65とステータ65に対して回転するロータ66とが配設されている。ステータ65はステータ翼65aを備えており、ロータ66はロータ翼66a及び回転軸66bを備えている。ステータ65と回転

軸66bとの間には、モータ67が配設されている。モータ67が駆動することにより、ロータ66がステータ65に対して回転する。

#### 【0030】

回転軸66bの近傍には、ロータ66の回転数を測定する回転数センサ68が配設されている。回転数センサ68には、モータ67を制御することによりロータ66の回転数のズレを修正し、ロータ66を所定の回転数で回転させるモータ制御器69が電気的に接続されている。モータ制御器69は、回転数センサ68の測定結果に基づいてモータ67に供給する電流を制御することにより、ロータ66の回転数のズレを修正し、ロータ66を所定の回転数で回転させる。

#### 【0031】

ステータ65と回転軸66bとの間には、ラジアル磁気軸受70及びスラスト磁気軸受71が配設されている。ラジアル磁気軸受70及びスラスト磁気軸受71に電流が供給されることにより、ロータ66が浮上して、ロータ66がラジアル磁気軸受70及びスラスト磁気軸受71により非接触に支持される。また、ステータ65と回転軸66bとの間には、保護軸受72が配設されている。保護軸受72は、ラジアル磁気軸受70及びスラスト磁気軸受71に電流が供給されていない間にロータ66を支持するものである。

#### 【0032】

回転軸66bの近傍には、ラジアル方向におけるロータ66の位置を測定するラジアル位置センサ73が配設されている。ラジアル位置センサ73には、ラジアル磁気軸受70を制御することによりラジアル方向におけるロータ66の位置ズレを修正し、ロータ66を所定の位置に位置させるラジアル磁気軸受制御器74が電気的に接続されている。ラジアル磁気軸受制御器74は、ラジアル位置センサ73の測定結果に基づいてラジアル磁気軸受70に供給する電流を制御し、ラジアル磁気軸受70の吸引力を制御することにより、ラジアル方向におけるロータ66の位置ズレを修正し、ロータ66を所定の位置に位置させる。

#### 【0033】

回転軸66bの近傍には、スラスト方向におけるロータ66の位置を測定するスラスト位置センサ75が配設されている。スラスト位置センサ75には、スラ

スト磁気軸受71を制御することによりスラスト方向におけるロータ66の位置ズレを修正し、ロータ66を所定の位置に位置させるスラスト磁気軸受制御器76が電気的に接続されている。スラスト磁気軸受制御器76は、ラジアル磁気軸受制御器74と同様にスラスト位置センサ75の測定結果に基づいてスラスト磁気軸受71に供給する電流を制御し、スラスト磁気軸受71の吸引力を制御することにより、スラスト方向におけるロータ66の位置ズレを修正し、ロータ66を所定の位置に位置させる。

#### 【0034】

ケーシング64近傍には、ケーシング64から発せられる音波の強度を測定するマイクロフォン81が配設されている。マイクロフォン81には、マイクロフォン81の出力信号を増幅するアンプ82とアンプ82で増幅された信号から特定周波数帯域の信号を抽出するバンドパスフィルタ83とを介して、クリーニングの終点を検出する終点検出器84が電気的に接続されている。終点検出器84には、バルブ52等の制御を行うシステム制御器85が電気的に接続されている。

#### 【0035】

終点検出器84は、A/D変換用インターフェイス84a、及びCPU84b等を備えている。A/D変換用インターフェイス84aは、バンドパスフィルタ83から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換するものである。CPU84bは、A/D変換用インターフェイス84aの出力信号からクリーニングの終点を検出するものである。

#### 【0036】

具体的には、CPU84bは、まず、A/D変換用インターフェイス84aから音波の強度情報を読み出し、音波の強度が低下したか否かを判断する。音波の強度が低下していないと判断した場合には、次の音波の強度情報を読み出し、再び音波の強度が低下したか否かの判断を行う。一方、音波の強度が低下したと判断した場合には、音波の強度が安定したか否かを判断する。音波の強度が安定していないと判断した場合には、次の音波の強度情報を読み出し、再び音波の強度が安定したか否かの判断を行う。一方、音波の強度が安定したと判断した場合に

は、クリーニングの終点が検出されたとして、信号をシステム制御器85に出力する。システム制御器85では、この信号に基づいてバルブ52が閉じられるような制御が行われる。

#### 【0037】

以下、成膜装置1で行われる成膜の流れについて図3に沿って説明する。図3は本実施の形態に係る成膜装置1で行われる成膜の流れを示したフローチャートである。

#### 【0038】

まず、図示しない粗引き用ポンプが作動し粗引きが行われる。チャンバ2内がある程度減圧になったところで、ターボ分子ポンプ63が作動して、チャンバ2内の本引きが行われる。また、ヒータ6に電流が流されて、サセプタ5が加熱される（ステップ101）。

#### 【0039】

チャンバ2内の圧力が所定圧力まで低下し、かつサセプタ5が所定温度まで加熱された後、ゲートバルブ3が開かれ、ウェハWを保持した図示しない搬送アームが伸長して、チャンバ2内にウェハWが搬入される（ステップ102）。

#### 【0040】

その後、搬送アームが縮退して、ウェハWがウェハ昇降ピン7に載置される。ウェハWがウェハ昇降ピン7に載置された後、エアシリンダ9の駆動で、ウェハ昇降ピン7が下降し、ウェハWがサセプタ5に載置される（ステップ103）。

#### 【0041】

ウェハWが約400℃に安定した後、チャンバ2内の圧力が約50～400Paに維持された状態で、バルブ22が開かれて、TiCl<sub>4</sub>が約30sccmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ104）。供給されたTiCl<sub>4</sub>がウェハWに接触すると、ウェハW表面にTiCl<sub>4</sub>が吸着される。

#### 【0042】

所定時間経過後、バルブ22が閉じられて、TiCl<sub>4</sub>の供給が停止されるとともに、チャンバ2内に残留しているTiCl<sub>4</sub>がチャンバ2内から排出される（ステップ105）。なお、排出の際、チャンバ2内の圧力は、約1.33×1

0-2 Pa に維持される。

#### 【0043】

所定時間経過後、バルブ42が開かれて、NH<sub>3</sub>が約100 sccmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ106）。供給されたNH<sub>3</sub>がウェハWに吸着されたTiCl<sub>4</sub>に接触すると、TiCl<sub>4</sub>とNH<sub>3</sub>とが反応して、TiN膜がウェハW上に形成される。

#### 【0044】

所定時間経過後、バルブ42が閉じられて、NH<sub>3</sub>の供給が停止されるとともに、チャンバ2内に残留しているNH<sub>3</sub>等がチャンバ2内から排出される（ステップ107）。なお、排出の際、チャンバ2内の圧力は、約1.33×10-2 Pa に維持される。

#### 【0045】

所定時間経過後、ステップ104～ステップ107の工程を1サイクルとして、システム制御器85により処理が約200サイクル行われたか否かが判断される（ステップ108）。処理が約200サイクル行われていないと判断されると、ステップ104～ステップ107の工程が再び行われる。

#### 【0046】

処理が約200サイクル行われたと判断されると、エアシリング9の駆動で、ウェハ昇降ピン7が上昇し、ウェハWがサセプタ5から離れる（ステップ109）。なお、処理が約200サイクル行われると、ウェハW上には、約10 nmのTiN膜が形成される。

#### 【0047】

その後、ゲートバルブ3が開かれた後、図示しない搬送アームが伸長して、搬送アームにウェハWが保持される。最後に、搬送アームが縮退して、ウェハWがチャンバ2から搬出される（ステップ110）。

#### 【0048】

以下、成膜装置1で行われるクリーニングの流れについて図4～図6に沿って説明する。図4は本実施の形態に係る成膜装置1で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートであり、図5（a）及び図5（b）は本実施の形態に係

るクリーニング工程の模式的な図であり、図6は本実施の形態に係るケーシング64から発生した音波の強度を模式的に示したグラフである。

#### 【0049】

まず、図示しない粗引き用ポンプが作動し、粗引きが行われる。チャンバ2内がある程度減圧になったところで、ターボ分子ポンプ63が作動して、チャンバ2内の本引きが行われる。また、ヒータ4、6に電流が流されて、チャンバ2及びサセプタ5等が加熱される（ステップ201a）。なお、ターボ分子ポンプ63が作動している間中、回転数センサ68によりロータ66の回転数が測定され、モータ制御器69によりロータ66の回転数のズレが修正される。また、ラジアル位置センサ73及びスラスト位置センサ75によりラジアル方向及びスラスト方向におけるロータ66の位置が測定され、ラジアル磁気軸受制御器74及びスラスト磁気軸受制御器76によりラジアル方向及びスラスト方向におけるロータ66の位置ズレが修正される。

#### 【0050】

チャンバ2内の圧力が約150Paに維持され、かつチャンバ2の温度が約120°C及びサセプタ5の温度が約200°Cに安定した後、バルブ32が開かれて、Arが約100sccmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ202a）。なお、Arはクリーニングが行われている間中ほぼ一定の流量で供給される。

#### 【0051】

その後、バルブ52が開かれて、図5（a）に示されるようにClF3が約200sccmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ203a）。チャンバ2内にClF3が供給されることにより、チャンバ2内のクリーニングが開始され、チャンバ2等に付着したTiNが除去される。具体的には、ClF3がチャンバ2内に供給されると、ClF3とTiNとが反応し、TiF4、NF3、及びClFが生成される。生成されたTiF4、N2、及びClFは、ガス状態にあるため、排気によりチャンバ2内から速やかに排出される。なお、ClF3はクリーニングが行われている間中ほぼ一定の流量で供給される。

#### 【0052】

次に、クリーニングが行われている状態で、図5（b）に示されるようにマイクロフォン81によりケーシング64から発生される音波の強度が測定される（ステップ204a）。ここで、ケーシング64から音波の発生原理について説明する。チャンバ2内から排出されるTIF4等のガスがロータ翼66aに衝突すると、ロータ翼66aが振動し、音波が発生する。そして、この音波でケーシング64が振動することにより、ケーシング64から音波が発生する。

#### 【0053】

マイクロフォン81により測定された音波の強度情報は、アンプ82及びバンドパスフィルタ83を介して、A/D変換用インターフェイス84aに送られる。A/D変換用インターフェイス84aに送られた音波の強度情報は、CPU84bにより読み出されて、音波の強度が低下したか否かが判断される（ステップ205a）。音波の強度が低下していないと判断された場合には、次の音波の強度情報が読み出され、再び音波の強度が低下したか否かの判断が行われる。

#### 【0054】

音波の強度が低下したと判断された場合には、音波の強度が安定したか否かが判断される（ステップ206a）。音波の強度が安定していないと判断された場合には、次の音波の強度情報が読み出され、再び音波の強度が安定したか否かの判断が行われる。

#### 【0055】

図6に示されるように音波の強度が安定したと判断された場合には、信号がCPU84bからシステム制御器85に出力され、バルブ52が閉じられて、C1F3の供給が停止される（ステップ207a）。これにより、クリーニングが終了される。最後に、バルブ32が閉じられて、Arの供給が停止される（ステップ208a）。

#### 【0056】

本実施の形態では、ケーシング64から発せられる音波の強度を測定して、音波の強度変化からクリーニングの終点を検出するので、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。即ち、ケーシング64から発生される音波の強度はチャンバ2から排出されるガスの種類及び量

により変化する。具体的には、ロータ翼66aに衝突するガスの分子量が小さい程音波の強度は低下し、ロータ翼66aに衝突するガスの量が減少する程音波の強度は低下する。一方、TiF<sub>4</sub>等の生成ガスはクリーニングが進むにつれて減少する。それ故、クリーニングが進むにつれてケーシング64から発生する音波の強度が低下する。そして、排出される生成ガスがほぼ存在しなくなると、音波の強度が安定する。これにより、ケーシング64から発せられる音波の強度変化からクリーニングの終点を検出することができる。それ故、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。

#### 【0057】

##### (第2の実施の形態)

以下、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、以下本実施の形態以降の実施の形態のうち先行する実施の形態と重複する内容については説明を省略することもある。本実施の形態では、ケーシングの振動の強度を測定してクリーニングの終点を検出する例について説明する。図7は本実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

#### 【0058】

図7に示されるように、ケーシング64には、ケーシング64の振動の強度を測定する圧電素子91が固定されている。圧電素子91は、アンプ82とバンドパスフィルタ83とを介して終点検出器84に電気的に接続されている。

#### 【0059】

以下、成膜装置1で行われるクリーニングの流れについて図8及び図9に沿って説明する。図8は本実施の形態に係る成膜装置1で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートであり、図9は本実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図である。

まず、チャンバ2内の粗引きが行われ、その後本引きが行われる。また、チャンバ2及びサセプタ5等が加熱される(ステップ201b)。

#### 【0060】

チャンバ2内の圧力が150Pa以下に維持され、かつチャンバ2の温度が約120℃及びサセプタ5の温度が約200℃に安定した後、Arが約100sc

c mの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ202b）。

#### 【0061】

その後、C1F3が約200sccmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ203b）。

#### 【0062】

次に、クリーニングが行われている状態で、図9に示されるように圧電素子91によりケーシング64の振動の強度が測定される（ステップ204b）。

#### 【0063】

圧電素子91により測定された振動の強度情報は、アンプ82及びバンドパスフィルタ83を介して、A/D変換用インターフェイス84aに送られる。A/D変換用インターフェイス84aに送られた振動の強度情報は、CPU84bにより読み出されて、振動の強度が低下したか否かが判断される（ステップ205b）。振動の強度が低下していないと判断された場合には、次の振動の強度情報が読み出され、再び振動の強度が低下したか否かの判断が行われる。

#### 【0064】

振動の強度が低下したと判断された場合には、振動の強度が安定したか否かが判断される（ステップ206b）。振動の強度が安定していないと判断された場合には、次の振動の強度情報が読み出され、再び振動の強度が安定したか否かの判断が行われる。

#### 【0065】

振動の強度が安定したと判断された場合には、信号がCPU84bからシステム制御器85に出力され、C1F3の供給が停止される（ステップ207b）。最後に、Arの供給が停止される（ステップ208b）。

#### 【0066】

（第3の実施の形態）

以下、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態では、ロータの回転数を測定してクリーニングの終点を検出する例について説明する。図10は本実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

**【0067】**

図10に示されるように、回転数センサ68は、終点検出器84に電気的に接続されている。なお、本実施の形態では、モータ制御器69は回転数センサ68の測定結果によらずモータ67にほぼ一定の電流を供給する。

**【0068】**

以下、成膜装置1で行われるクリーニングの流れについて図11～図13に沿って説明する。図11は本実施の形態に係る成膜装置1で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートであり、図12は本実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図であり、図13は本実施の形態に係るロータ66の回転数を模式的に示したグラフである。

**【0069】**

まず、チャンバ2内の粗引きが行われ、その後本引きが行われる。また、チャンバ2及びサセプタ5等が加熱される（ステップ201c）。

**【0070】**

チャンバ2内の圧力が150Pa以下に維持され、かつチャンバ2の温度が約120°C及びサセプタ5の温度が約200°Cに安定した後、Arが約100scmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ202c）。

**【0071】**

その後、C1F3が約200scmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ203c）。

**【0072】**

次いで、クリーニングが行われている状態で、図12に示されるように回転数センサ68によりロータ66の回転数が測定される（ステップ204c）。

**【0073】**

回転数センサ68により測定されたロータ66の回転数情報は、A/D変換用インターフェイス84aに送られる。A/D変換用インターフェイス84aに送られた回転数情報は、CPU84bにより読み出されて、回転数が増加したか否かが判断される（ステップ205c）。回転数が増加していないと判断された場合には、次の回転数情報が読み出され、再び回転数が増加したか否かの判断が行

われる。

#### 【0074】

回転数が増加したと判断された場合には、回転数が安定したか否かが判断される（ステップ206c）。回転数が安定していないと判断された場合には、次の回転数情報が読み出され、再び回転数が安定したか否かの判断が行われる。

#### 【0075】

図13に示されるように回転数が安定したと判断された場合には、信号がC P U 8 4 b からシステム制御器85に出力され、C1F3の供給が停止される（ステップ207c）。最後に、A r の供給が停止される（ステップ208c）。

#### 【0076】

本実施の形態では、ロータ66の回転数を測定して、回転数の変化からクリーニングの終点を検出するので、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。即ち、ロータ66の回転数はチャンバ2から排出されるガスの種類及び量により変化する。具体的には、ロータ翼66aに衝突するガスの分子量が小さい程回転数は増加し、ロータ翼66aに衝突するガスの量が減少する程回転数は増加する。これは、ロータ翼66aにかかる負荷が軽減されるためである。一方、TiF4等の生成ガスはクリーニングが進むにつれて減少する。それ故、クリーニングが進むにつれてロータ66の回転数が増加する。そして、排出される生成ガスがほぼ存在しなくなると、ロータ66の回転数が安定する。これにより、ロータ66の回転数の変化からクリーニングの終点を検出することができる。それ故、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。

#### 【0077】

（第4の実施の形態）

以下、本発明の第4の実施の形態について説明する。本実施の形態では、モータに供給される電流を測定してクリーニングの終点を検出する例について説明する。図14は本実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

#### 【0078】

図14に示されるように、モータ67とモータ制御器69との間には、モータ67とモータ制御器69とに電気的に接続された、モータ67に供給される電流を測定する電流計101が配設されている。また、電流計101は、終点検出器84にも電気的に接続されている。

#### 【0079】

以下、成膜装置1で行われるクリーニングの流れについて図15～図17に沿って説明する。図15は本実施の形態に係る成膜装置1で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートであり、図16は本実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図であり、図17は本実施の形態に係るモータ67に供給された電流を模式的に示したグラフである。

#### 【0080】

まず、チャンバ2内の粗引きが行われ、その後本引きが行われる。また、チャンバ2及びサセプタ5等が加熱される（ステップ201d）。

#### 【0081】

チャンバ2内の圧力が150Pa以下に維持され、かつチャンバ2の温度が約120℃及びサセプタ5の温度が約200℃に安定した後、Arが約100scmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ202d）。

#### 【0082】

その後、ClF3が約200scmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ203d）。

#### 【0083】

次いで、クリーニングが行われている状態で、図16に示されるように電流計101によりモータ67に供給される電流が測定される（ステップ204d）。

#### 【0084】

電流計101により測定された電流情報は、A/D変換用インターフェイス84aに送られる。A/D変換用インターフェイス84aに送られた電流情報は、CPUT84bにより読み出されて、電流が低下したか否かが判断される（ステップ205d）。電流が低下していないと判断された場合には、次の電流情報が読み出され、再び電流が低下したか否かの判断が行われる。

**【0085】**

図17に示されるように電流が低下したと判断された場合には、電流が安定したか否かが判断される（ステップ206d）。電流が安定していないと判断された場合には、次の電流情報が読み出され、再び電流が安定したか否かの判断が行われる。

**【0086】**

電流が安定したと判断された場合には、信号がC P U 8 4 b からシステム制御器85に出力され、C1F3の供給が停止される（ステップ207d）。最後に、Arの供給が停止される（ステップ208d）。

**【0087】**

本実施の形態では、モータ67に供給される電流を測定して、電流の変化からクリーニングの終点を検出するので、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。即ち、モータ67に供給される電流はチャンバ2から排出されるガスの種類及び量により変化する。具体的には、ロータ翼66aに衝突するガスの分子量が小さい程電流は低下し、ロータ翼66aにかかる負荷が軽減されるためである。一方、TiF4等の生成ガスはクリーニングが進むにつれて減少する。それ故、クリーニングが進むにつれてモータ67に供給される電流は低下する。そして、排出される生成ガスがほぼ存在しなくなると、モータ67に供給される電流は安定する。これにより、モータ67に供給される電流の変化からクリーニング終点を検出することができる。それ故、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。

**【0088】**

（第5の実施の形態）

以下、本発明の第5の実施の形態について説明する。本実施の形態では、スラスト磁気軸受に供給される電流を測定して、クリーニングの終点を検出する例について説明する。図18は本実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

**【0089】**

図18に示されるように、スラスト磁気軸受71とスラスト磁気軸受制御器76との間には、スラスト磁気軸受71とスラスト磁気軸受制御器76とに電気的に接続された、スラスト磁気軸受71に供給される電流を測定する電流計111が配設されている。また、電流計111は、終点検出器84にも電気的に接続されている。

**【0090】**

以下、成膜装置1で行われるクリーニングの流れについて図19～図21に沿って説明する。図19は本実施の形態に係る成膜装置1で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートであり、図20は本実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図であり、図21は本実施の形態に係るスラスト磁気軸受71に供給された電流を模式的に示したグラフである。

**【0091】**

まず、チャンバ2内の粗引きが行われ、その後本引きが行われる。また、チャンバ2及びサセプタ5等が加熱される（ステップ201e）。

**【0092】**

チャンバ2内の圧力が150Pa以下に維持され、かつチャンバ2の温度が約120℃及びサセプタ5の温度が約200℃に安定した後、Arが約100scmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ202e）。

**【0093】**

その後、ClF3が約200scmの流量でチャンバ2内に供給される（ステップ203e）。

**【0094】**

次いで、クリーニングが行われている状態で、図20に示されるように電流計111によりスラスト磁気軸受71に供給される電流が測定される（ステップ204e）。

**【0095】**

電流計111により測定された電流情報は、A/D変換用インターフェイス84aに送られる。A/D変換用インターフェイス84aに送られた電流情報は、

CPU84bにより読み出されて、電流が低下したか否かが判断される（ステップ205e）。電流が低下していないと判断された場合には、次の電流情報が読み出され、再び電流が低下したか否かの判断が行われる。

#### 【0096】

電流が低下したと判断された場合には、電流が安定したか否かが判断される（ステップ206e）。電流が安定していないと判断された場合には、次の電流情報が読み出され、再び電流が安定したか否かの判断が行われる。

#### 【0097】

図21に示されるように電流が安定したと判断された場合には、信号がCPU84bからシステム制御器85に出力され、C1F3の供給が停止される（ステップ207e）。最後に、Arの供給が停止される（ステップ208e）。

#### 【0098】

本実施の形態では、スラスト磁気軸受71に供給される電流を測定して、電流の変化からクリーニングの終点を検出するので、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。即ち、スラスト磁気軸受71に供給される電流はチャンバ2から排出されるガスの種類及び量により変化する。具体的には、ロータ翼66aに衝突するガスの分子量が小さい程電流は低下し、ロータ翼66aに衝突するガスの量が減少する程電流は低下する。これは、ロータ翼66aにかかる負荷が軽減されるためである。一方、TiF4等の生成ガスはクリーニングが進むにつれて減少する。それ故、クリーニングが進むにつれてスラスト磁気軸受71に供給される電流は低下する。そして、排出される生成ガスがほぼ存在しなくなると、スラスト磁気軸受71に供給される電流は安定する。これにより、スラスト磁気軸受71に供給される電流の変化からクリーニング終点を検出することができる。それ故、プラズマを発生させない場合であっても、クリーニングの終点を検出することができる。

#### 【0099】

なお、本発明は、上記実施の形態の記載内容に限定されるものではなく、構造や材質、各部材の配置等は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。第1～第5の実施の形態では、終点検出器84でクリーニングの終点を検出

しているが、エッチング等のようなウェハWの処理における終点を検出してもよい。この場合、クリーニングガスに代わりウェハWを処理するためのエッチングガス等の処理ガスがチャンバ2内に供給される。なお、それ以外は第1～第5の実施の形態で説明したクリーニングの終点検出方法とほぼ同様である。

#### 【0100】

第1～第5の実施の形態では、熱によりC1F3を励起しているが、プラズマ或いは光等によりC1F3を励起してもよい。また、TiCl4とNH3とを交互に供給しているが、同時に供給してもよい。さらに、ウェハWを使用しているが、ガラス基板であってもよい。

#### 【0101】

第5の実施の形態では、スラスト磁気軸受71に供給される電流を測定しているが、ラジアル磁気軸受70に供給される電流を測定してもよい。

#### 【0102】

##### 【発明の効果】

以上、詳説したように本発明の基板処理装置、基板処理装置のクリーニングの終点検出方法によれば、プラズマを発生させない場合であってもクリーニングの終点を検出することができる。また、本発明の他の基板処理装置、及び基板処理の終点検出方法によれば、プラズマを発生させない場合であっても基板処理の終点を検出することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は第1の実施の形態に係る成膜装置の模式的な構成図である。

【図2】 図2は第1の実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

【図3】 図3は第1の実施の形態に係る成膜装置で行われる成膜の流れを示したフローチャートである。

【図4】 図4は第1の実施の形態に係る成膜装置で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートである。

【図5】 図5 (a) 及び図5 (b) は第1の実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図である。

【図6】 図6は第1の実施の形態に係るケーシングから発生した音波の強度を模式的に示したグラフである。

【図7】 図7は第1の実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

【図8】 図8は第2の実施の形態に係る成膜装置で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートである。

【図9】 図9は第2の実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図である。

【図10】 図10は第3の実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

【図11】 図11は第3の実施の形態に係る成膜装置で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートである。

【図12】 図12は第3の実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図である。

【図13】 図13は第3の実施の形態に係るロータの回転数を模式的に示したグラフである。

【図14】 図14は第4の実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

【図15】 図15は第4の実施の形態に係る成膜装置で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートである。

【図16】 図16は第4の実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図である。

【図17】 図17は第4の実施の形態に係るモータに供給された電流を模式的に示したグラフである。

【図18】 図18は第5の実施の形態に係るターボ分子ポンプ及びその周辺の模式的な構成図である。

【図19】 図19は第5の実施の形態に係る成膜装置で行われるクリーニングの流れを示したフローチャートである。

【図20】 図20は第5の実施の形態に係るクリーニング工程の模式的な図

である。

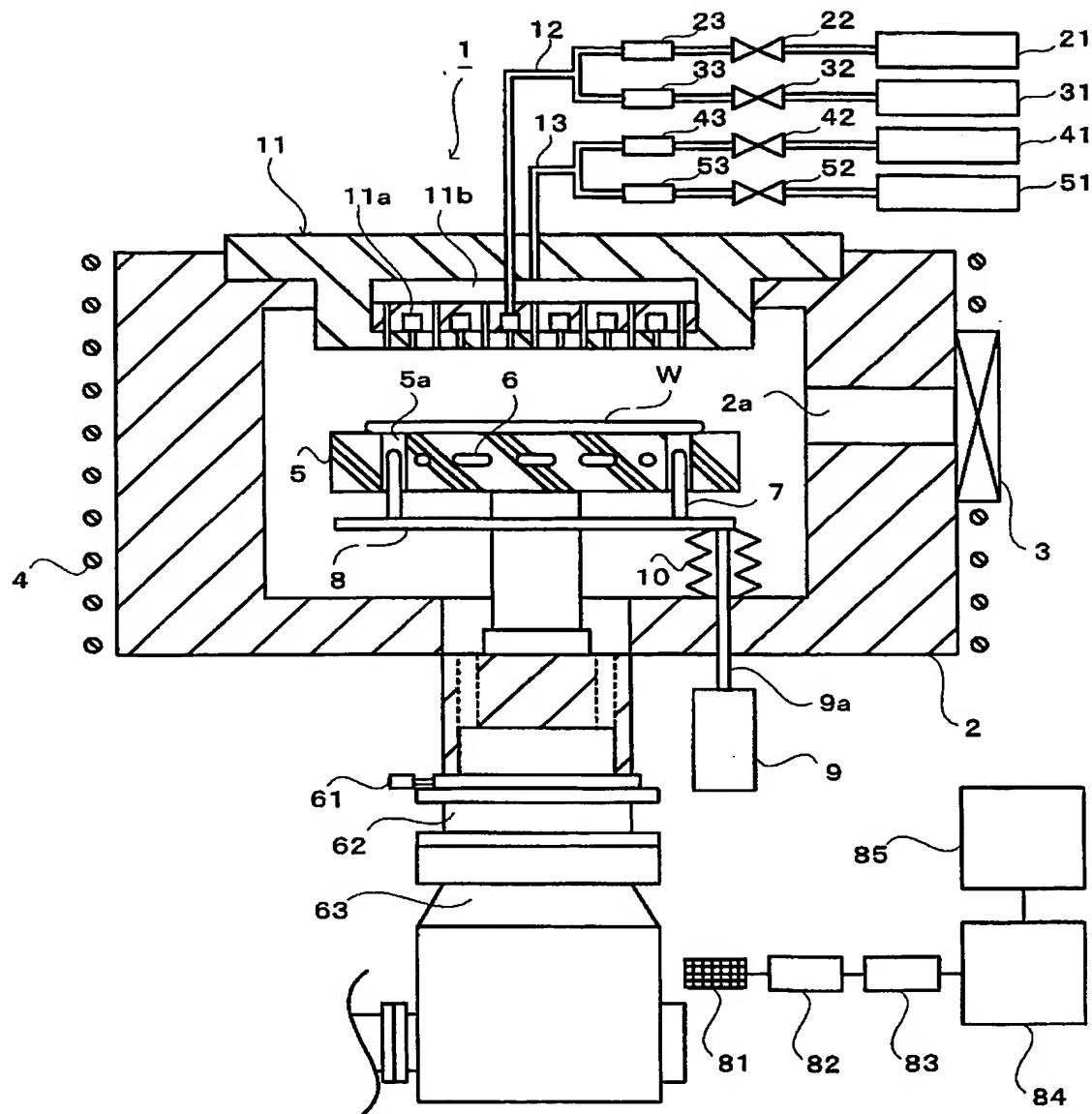
【図21】 図21は第5の実施の形態に係るスラスト磁気軸受に供給された電流を模式的に示したグラフである。

【符号の説明】

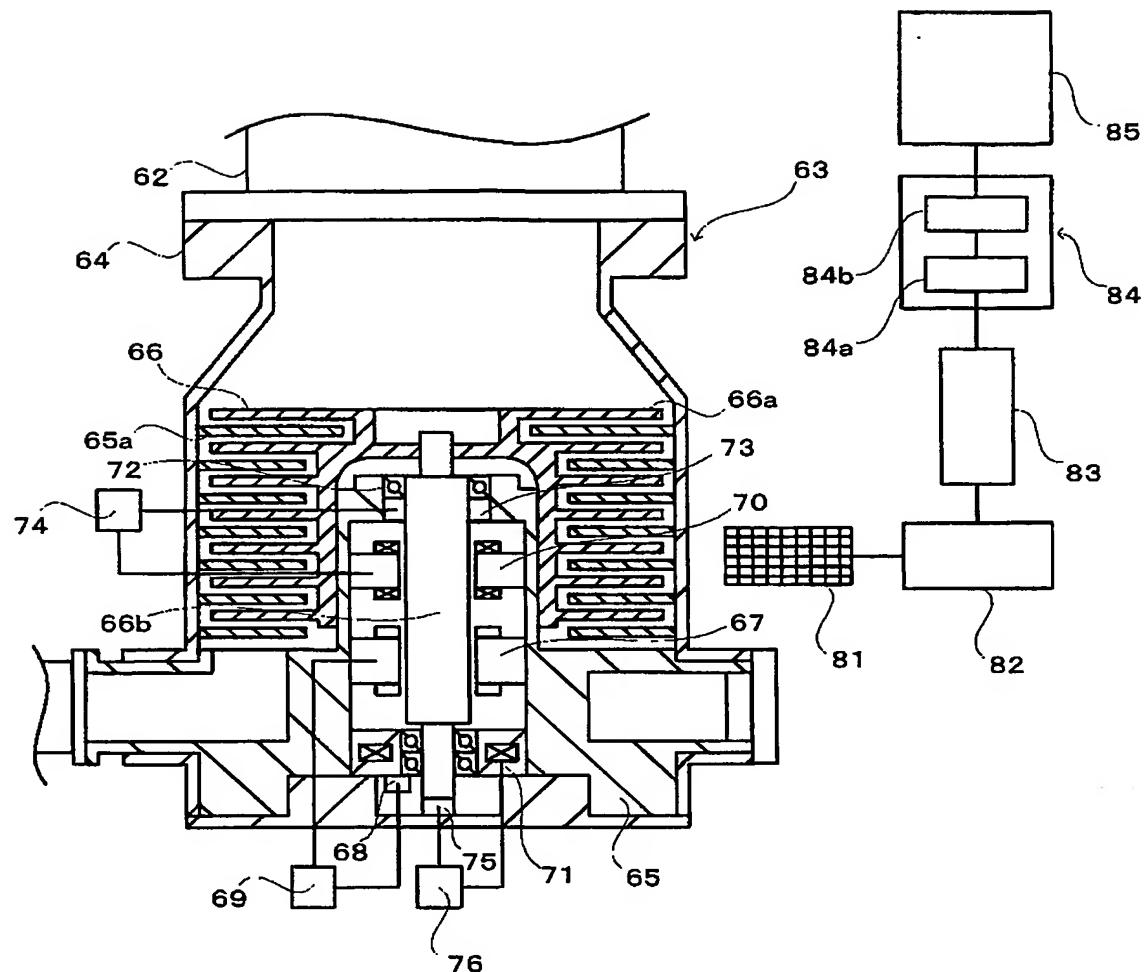
- 1 …成膜装置
- 2 …チャンバ
- 5 2 …C 1 F 3 供給源
- 6 3 …ターボ分子ポンプ
- 8 1 …マイクロフォン
- 8 4 …終点検出器

【書類名】 図面

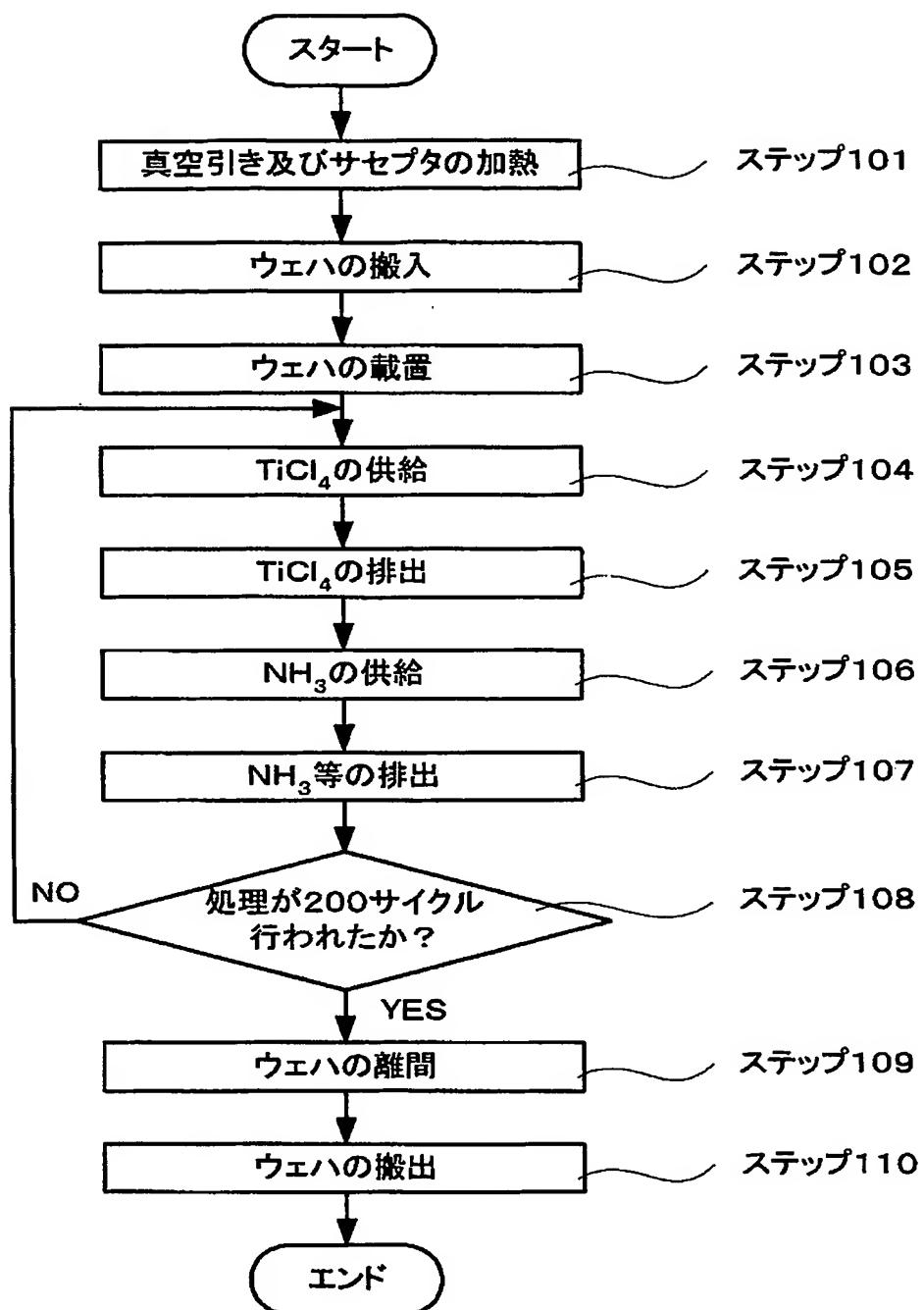
【図 1】



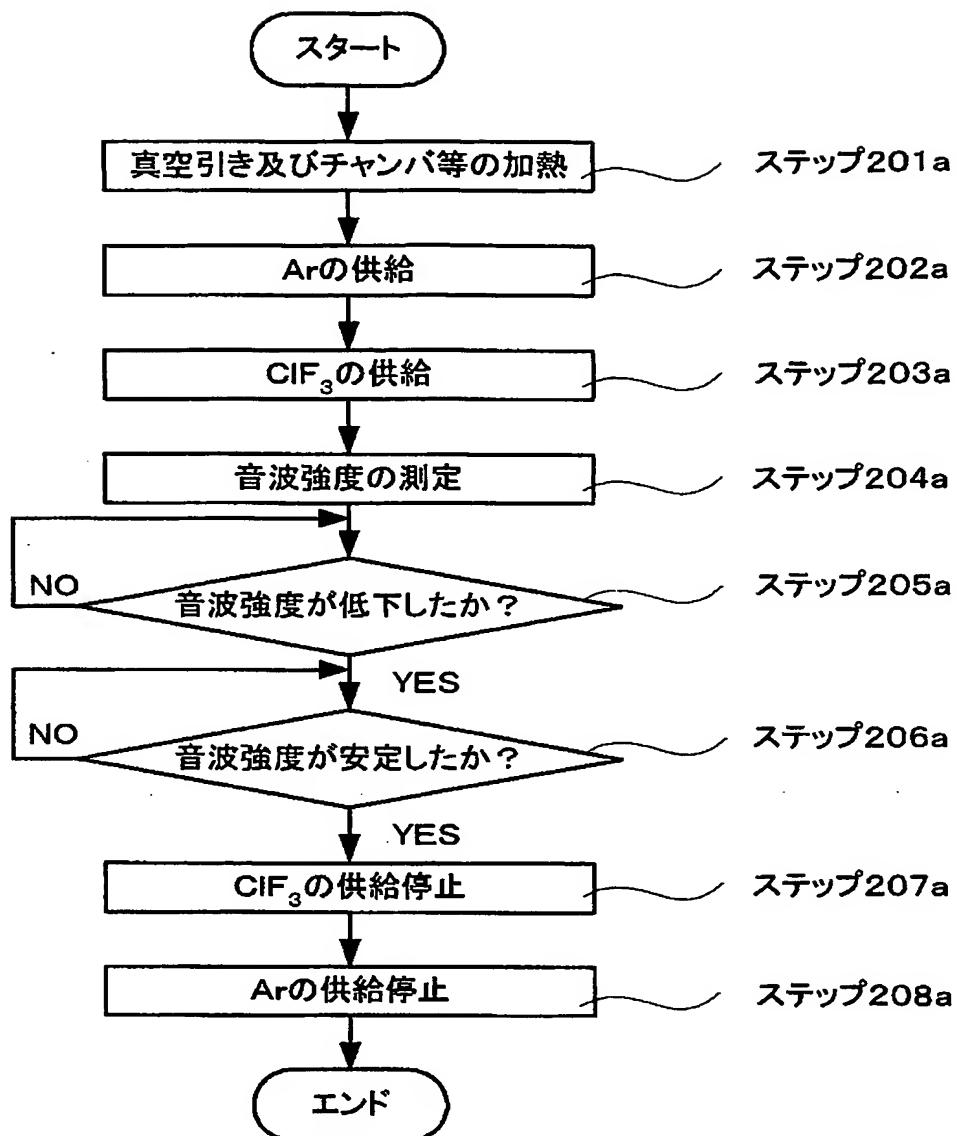
【図2】



【図3】

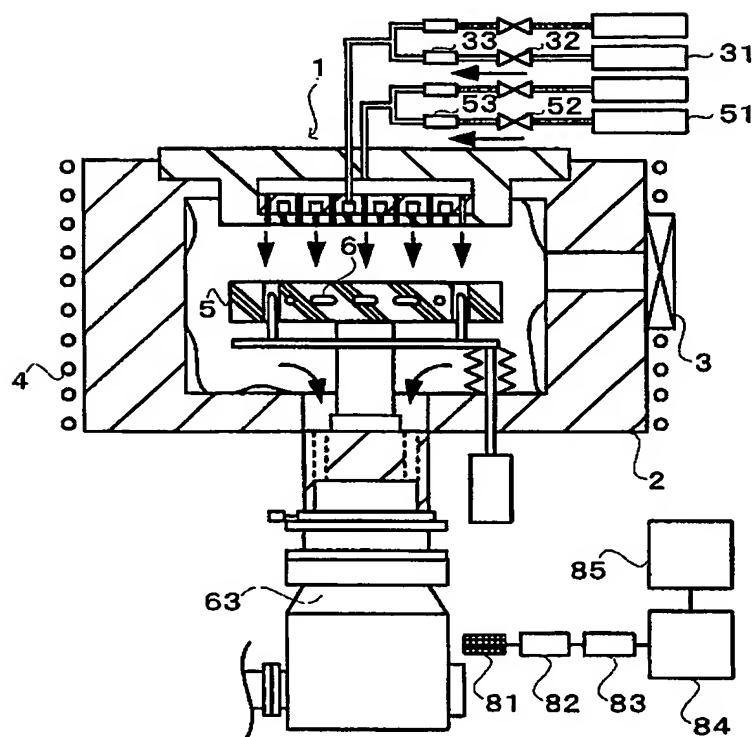


【図4】

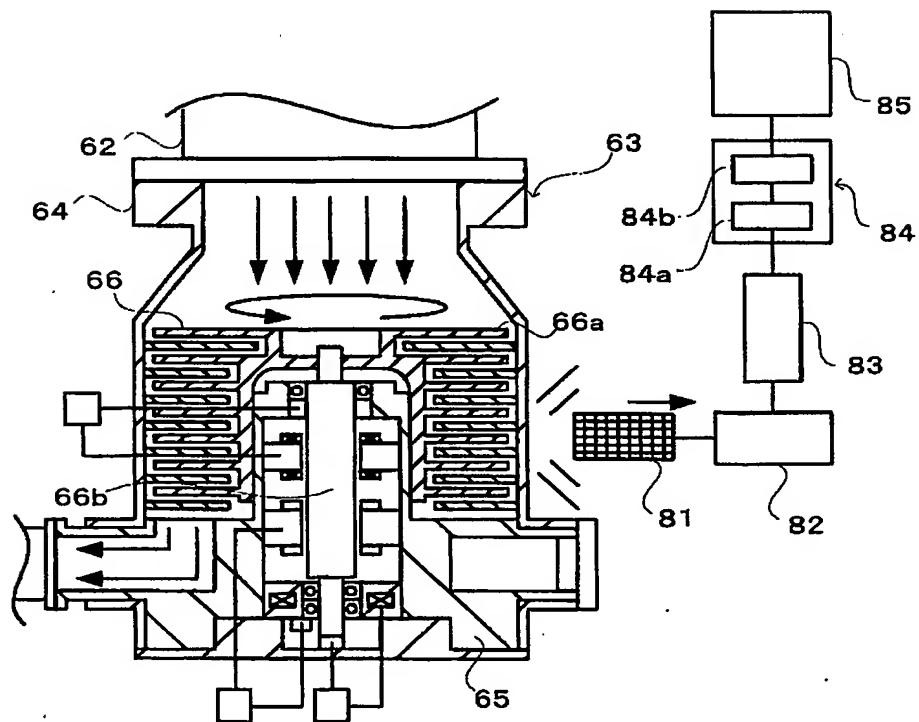


【図5】

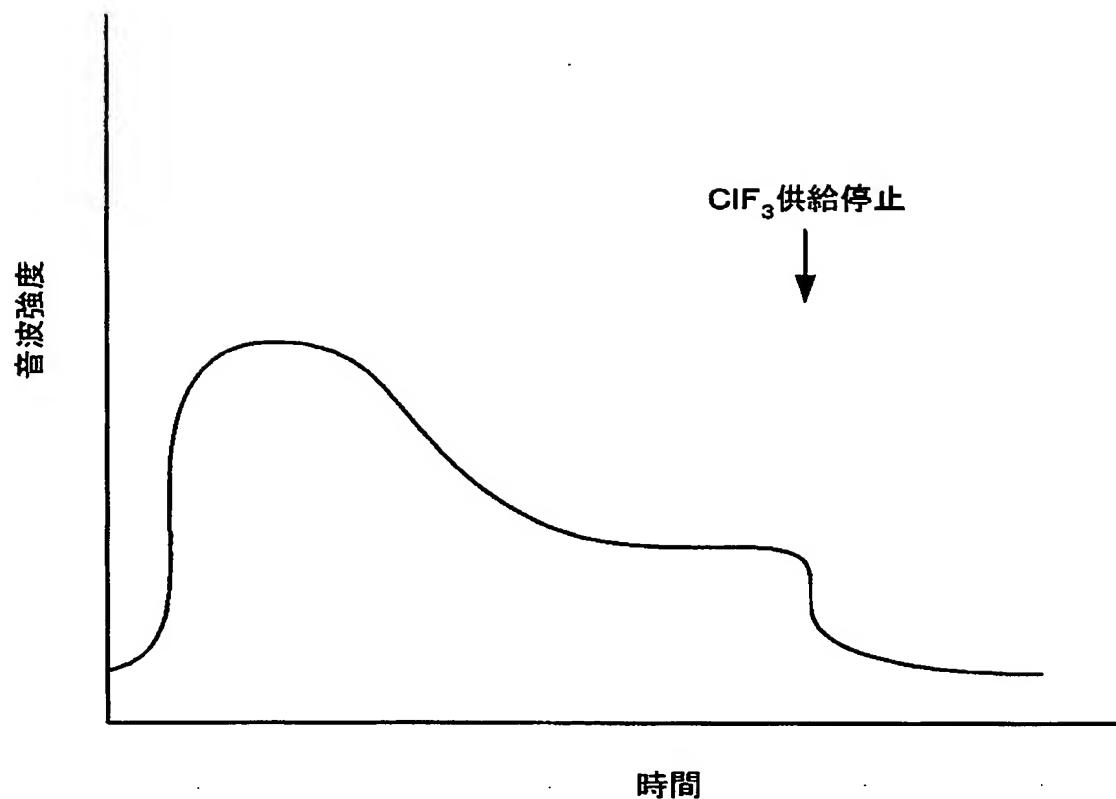
(a)



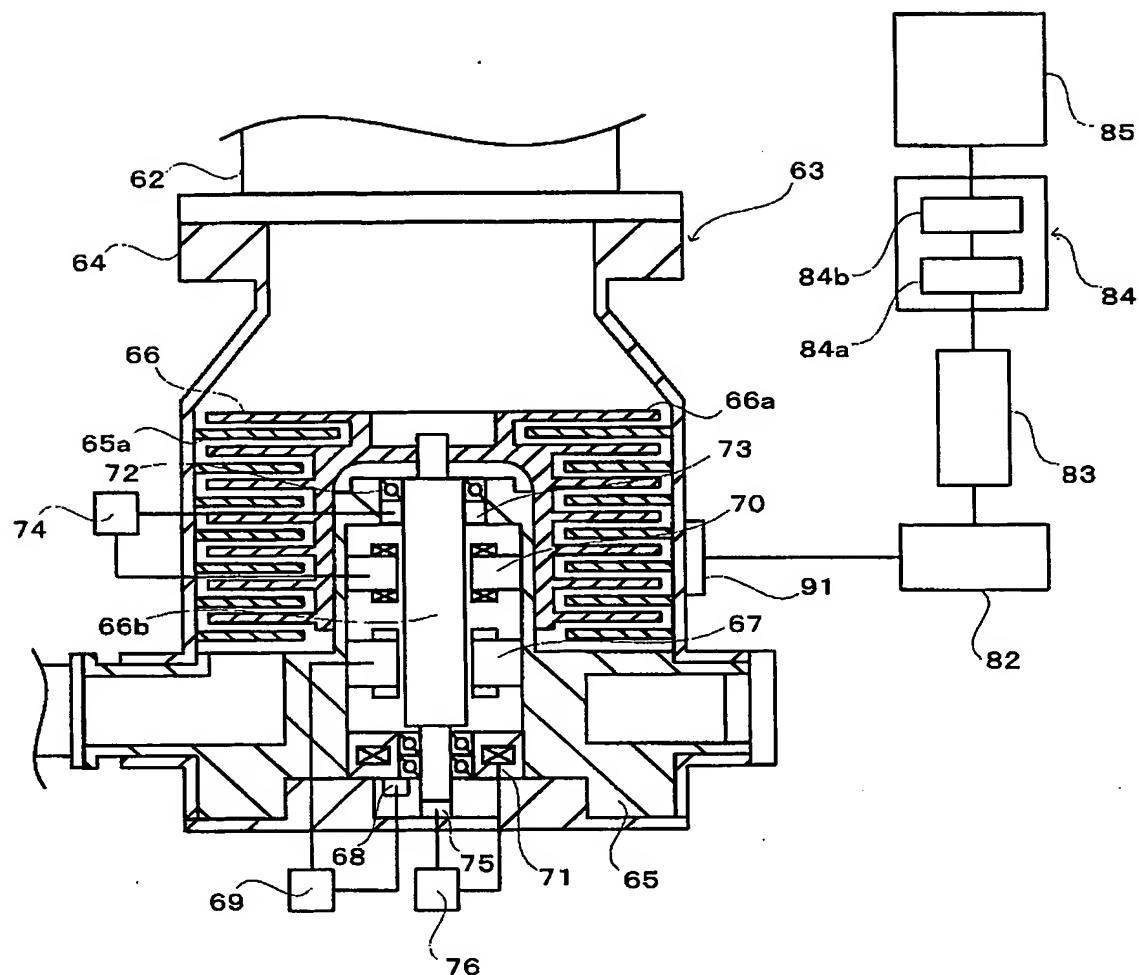
(b)



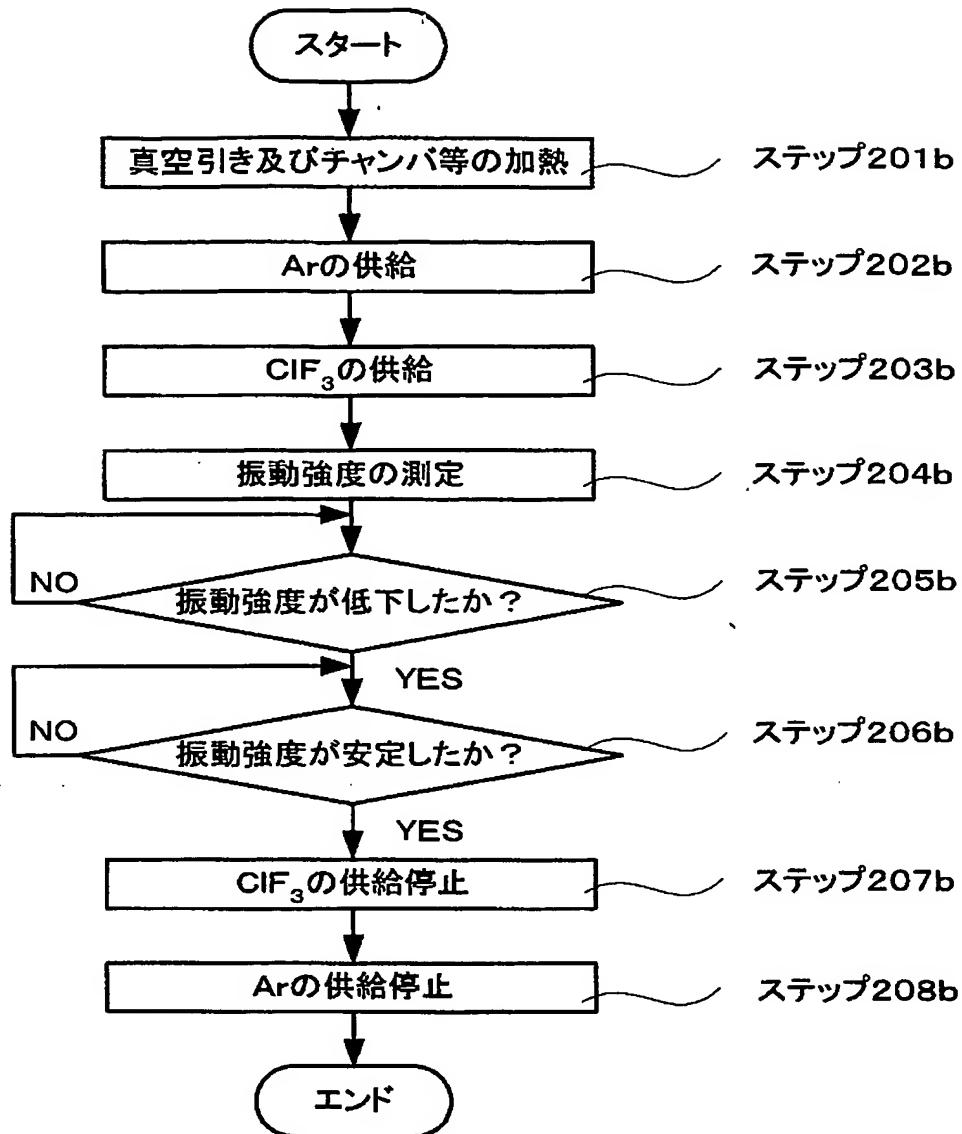
【図 6】



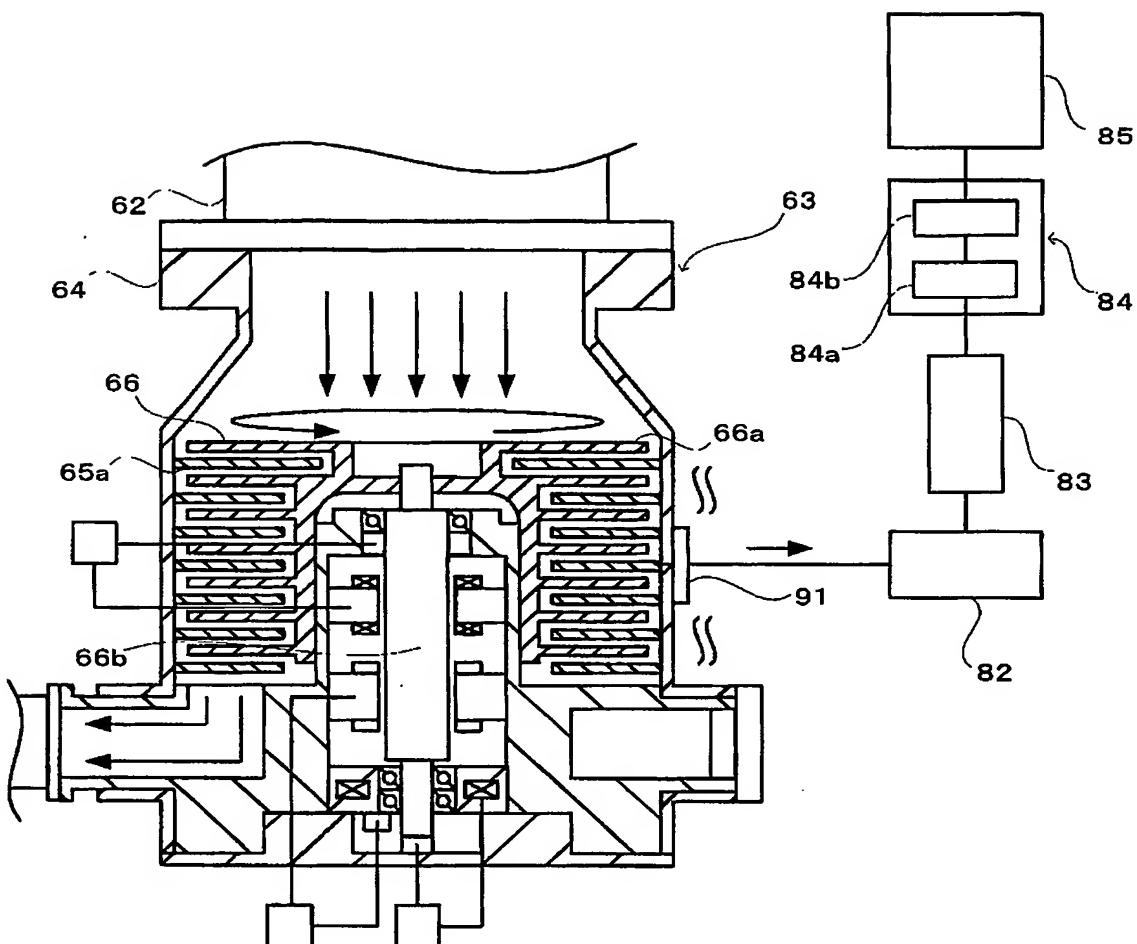
【図7】



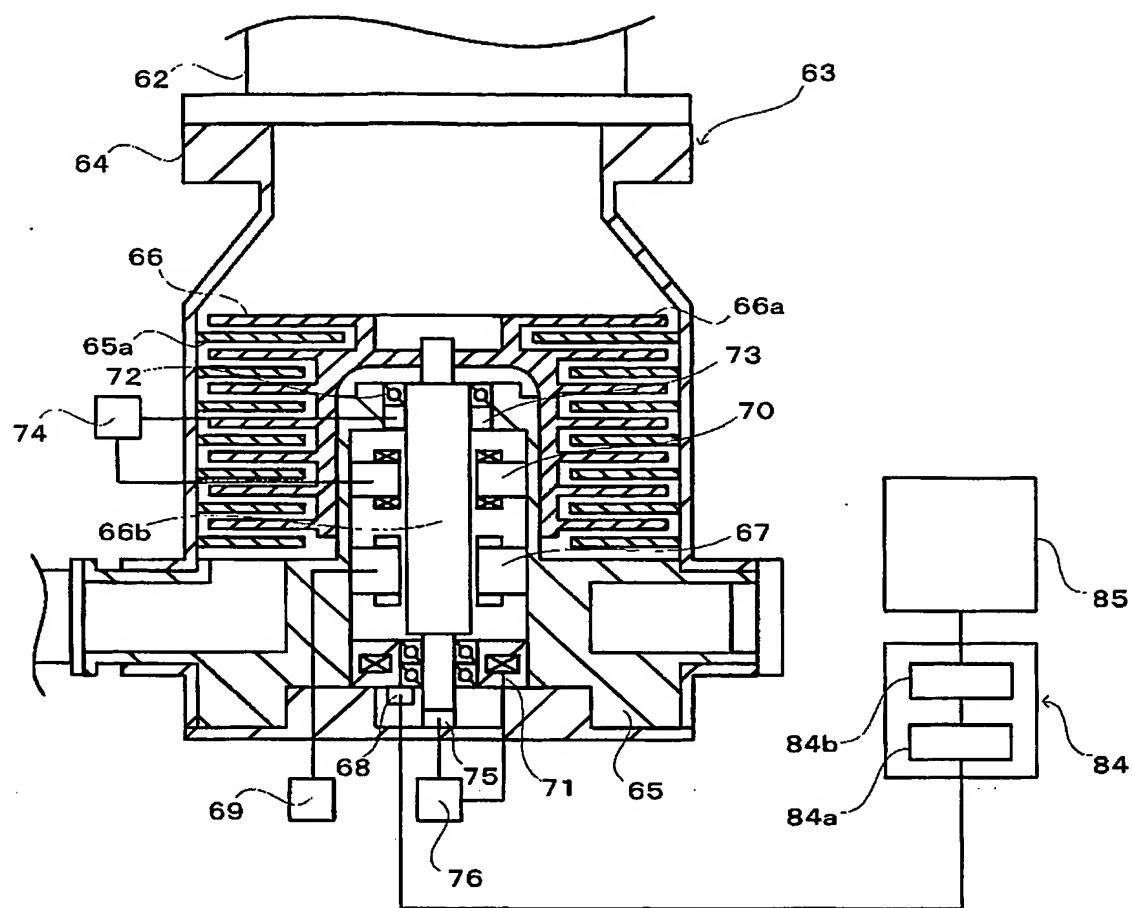
【図8】



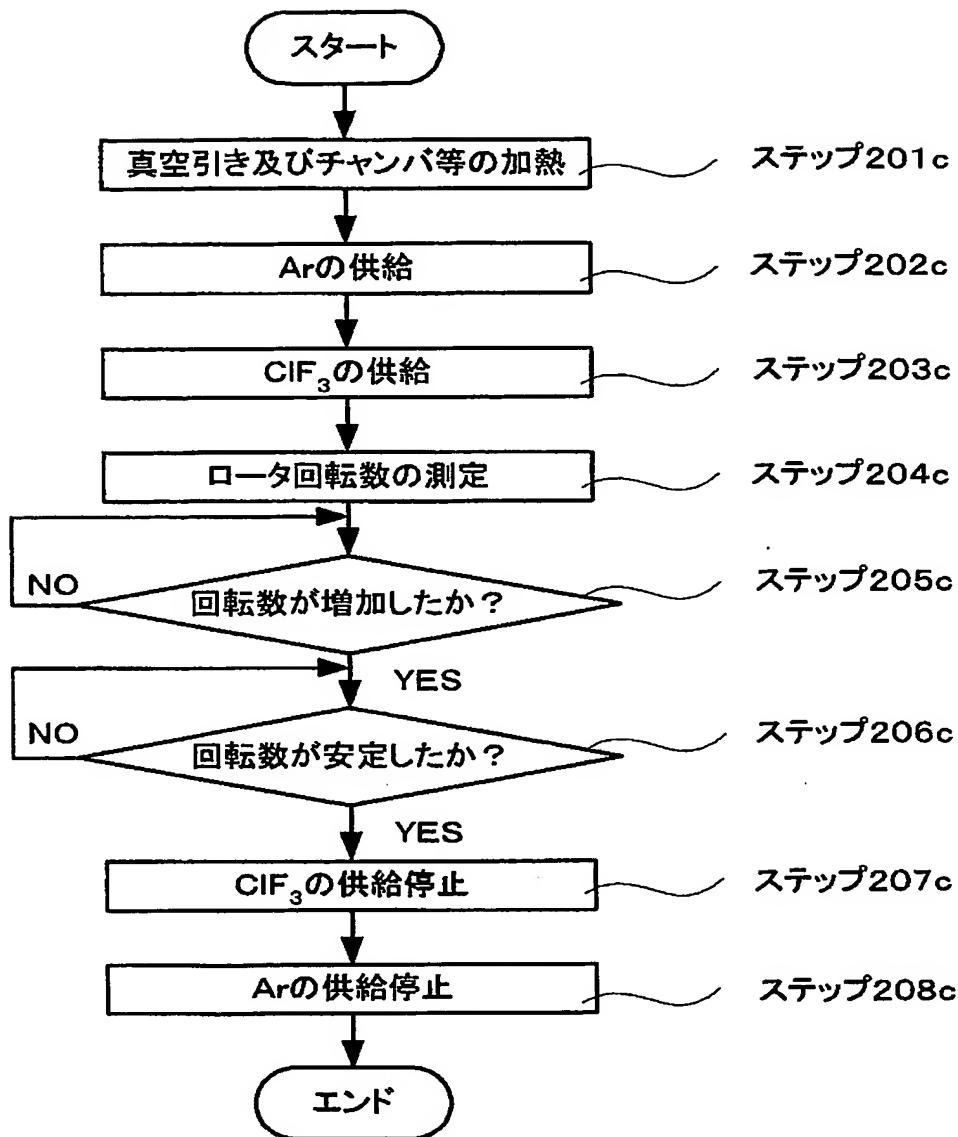
【図9】



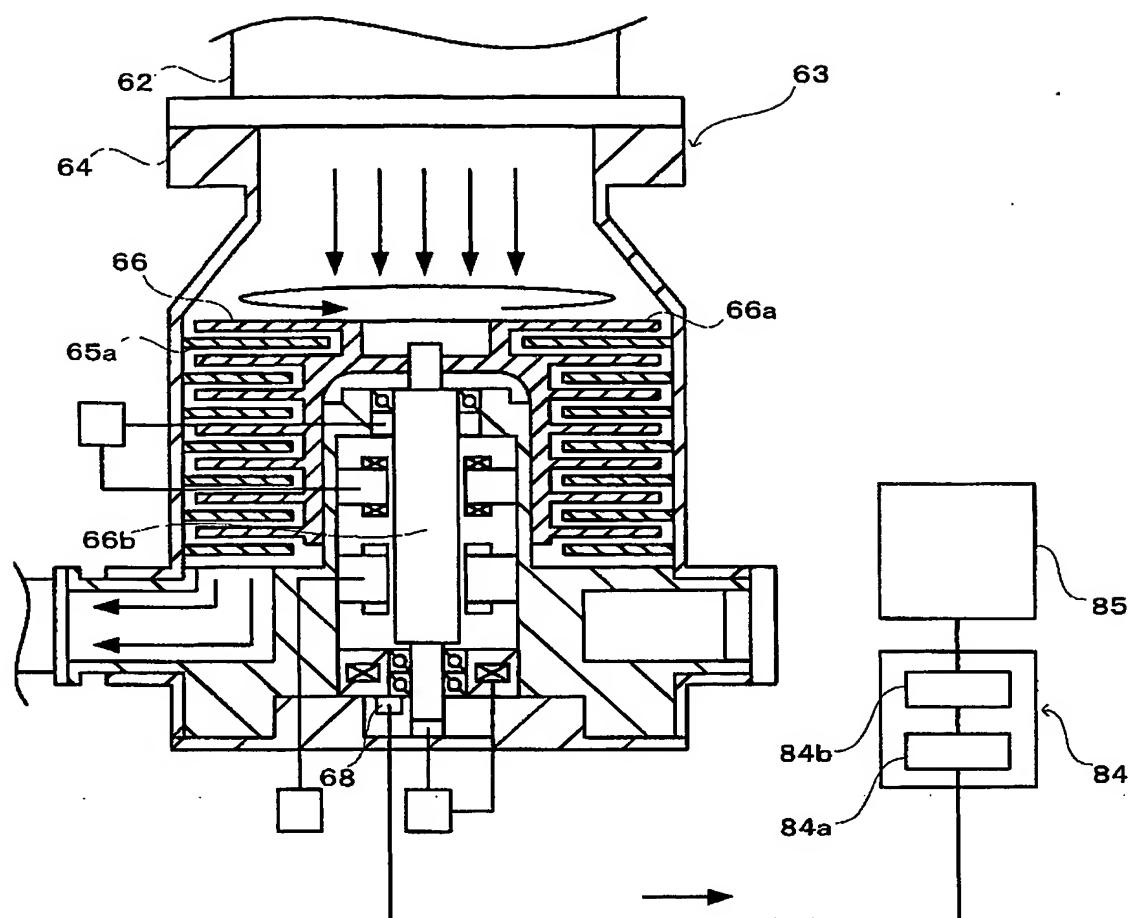
【図10】



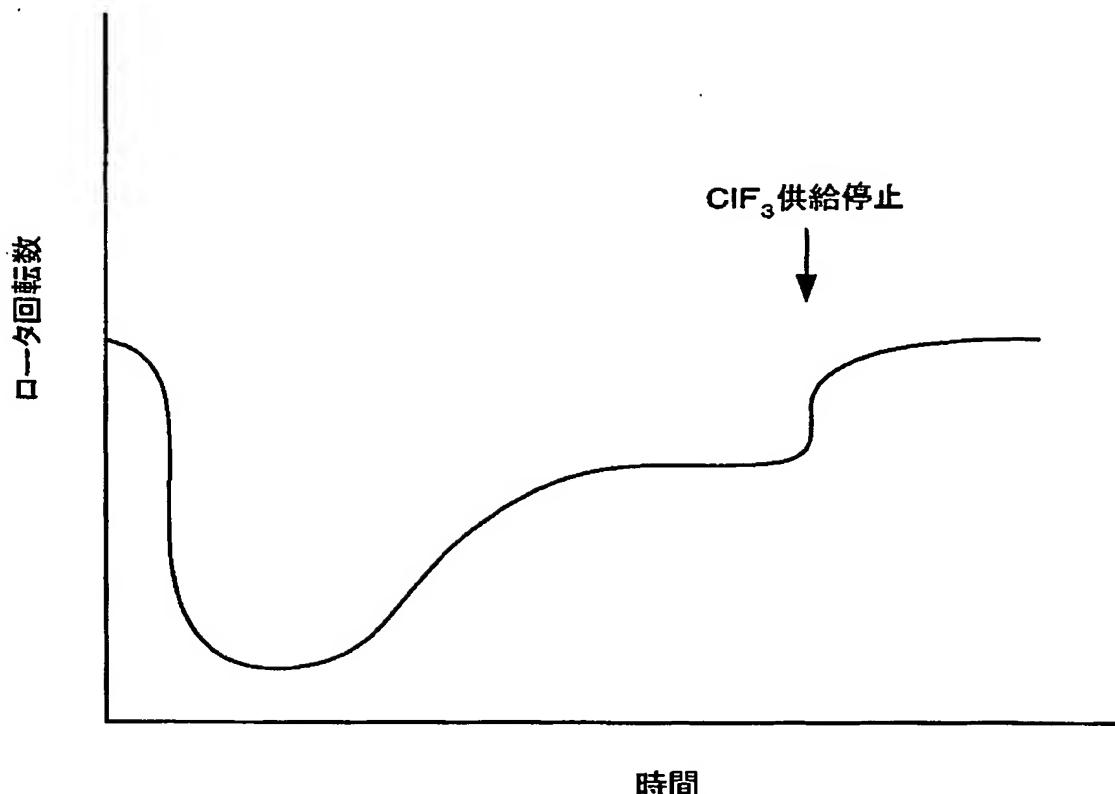
【図11】



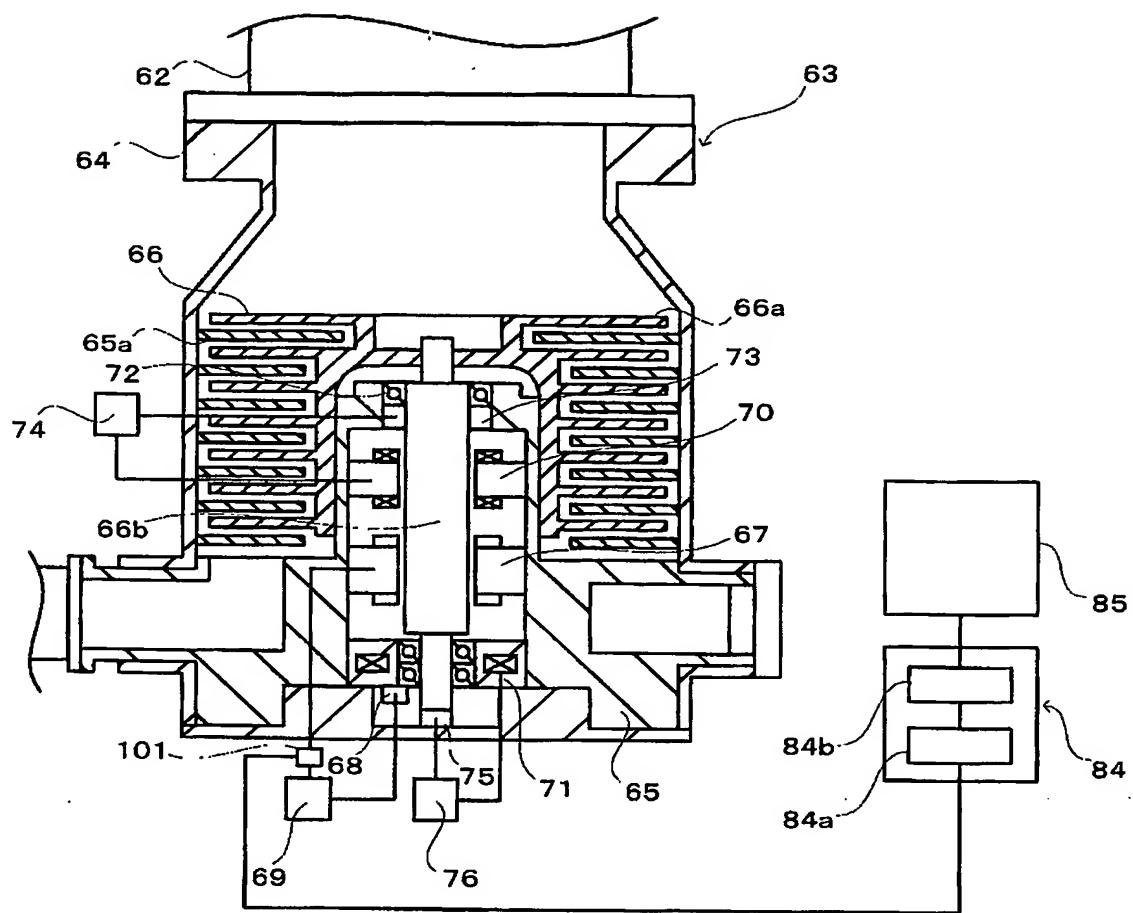
【図12】



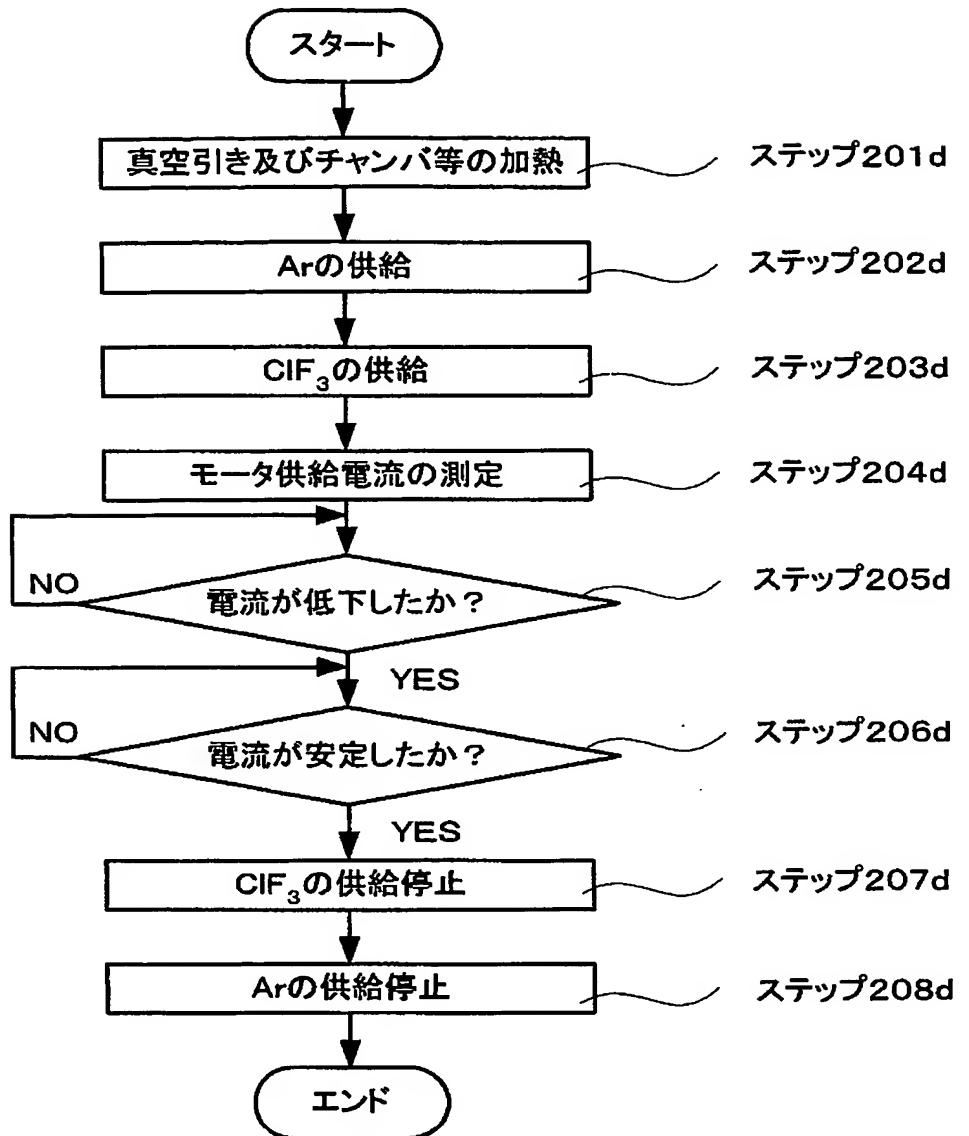
【図13】



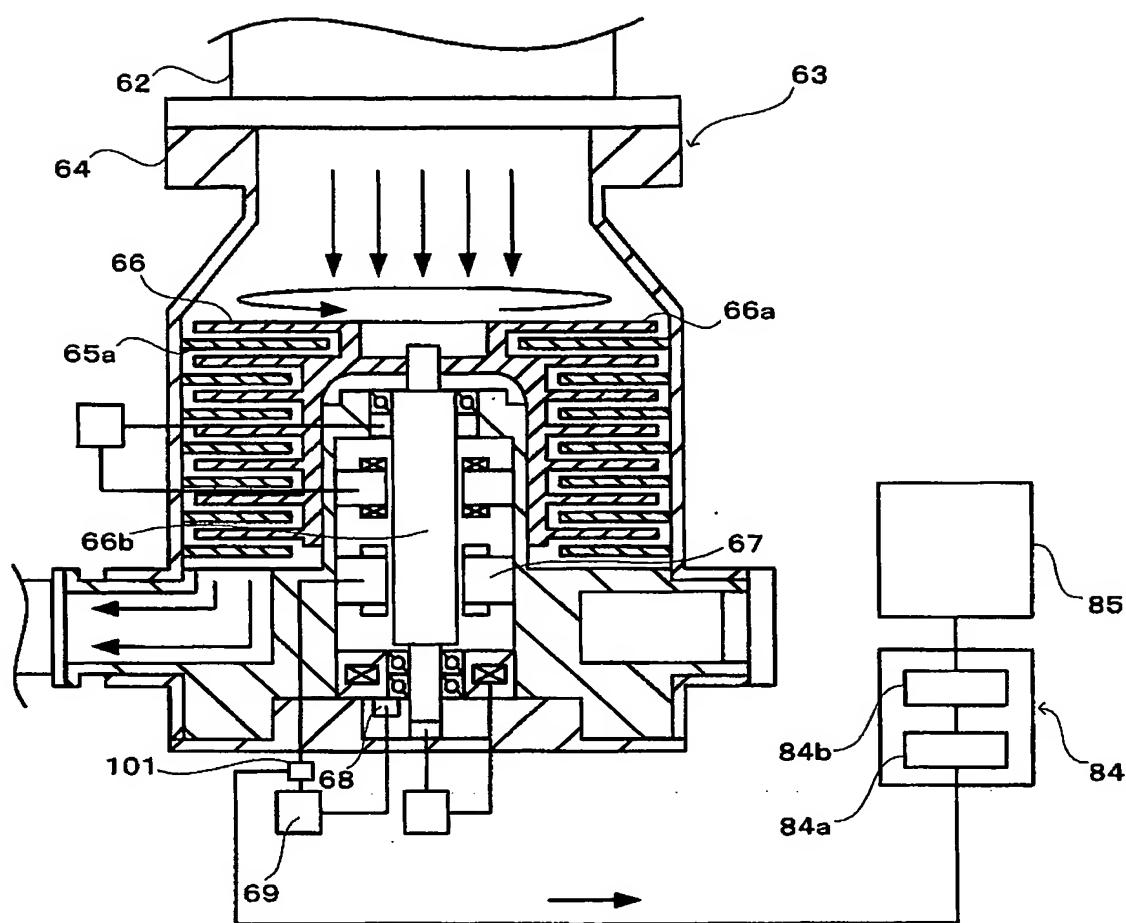
【図14】



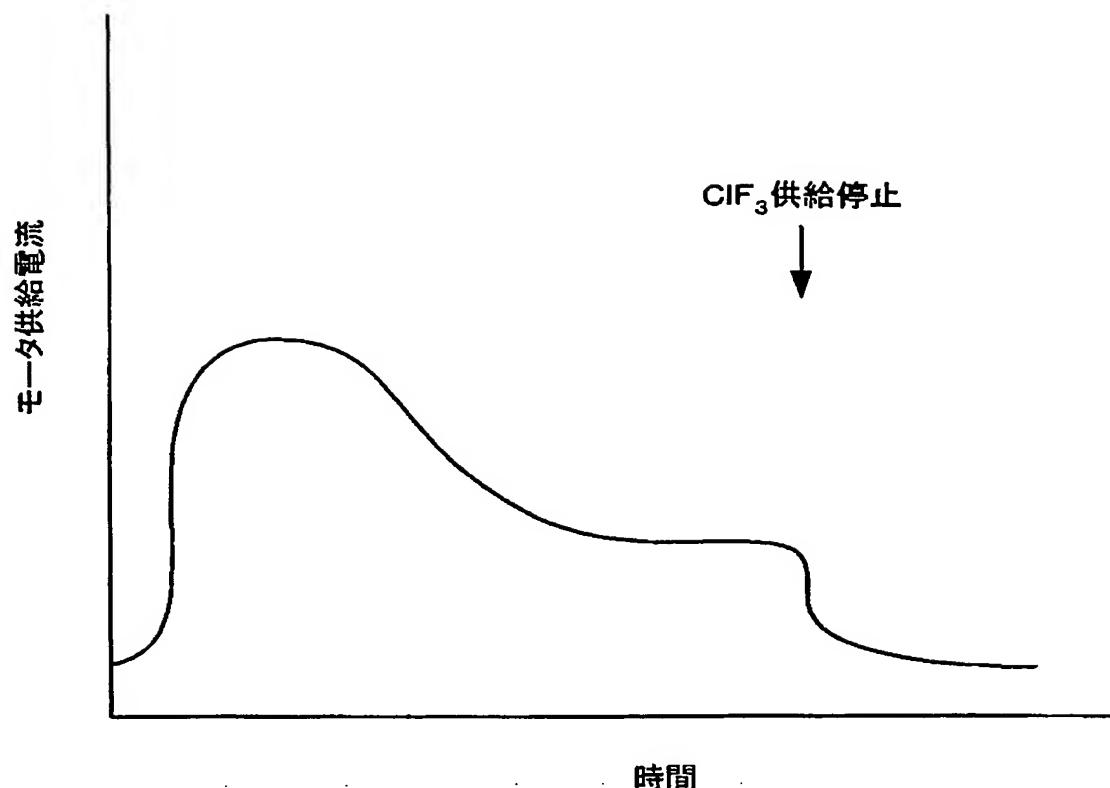
【図15】



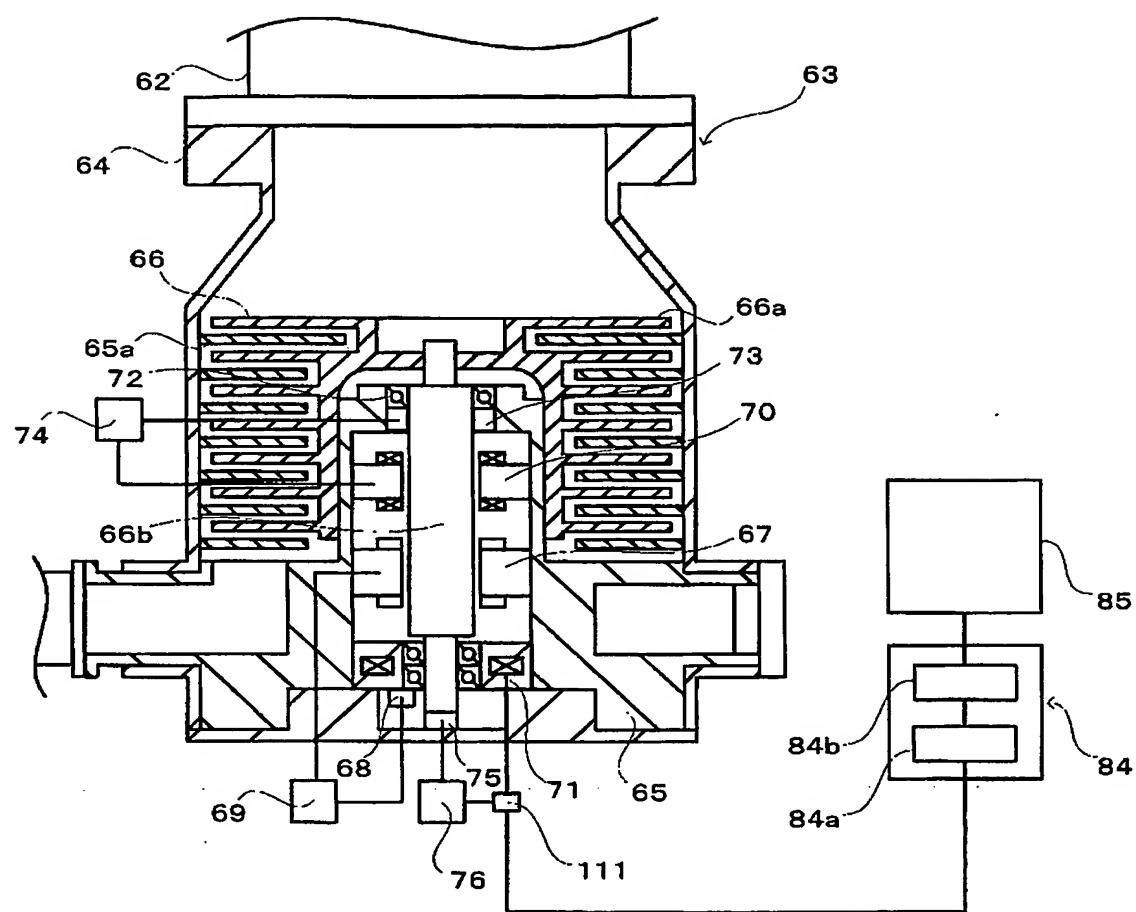
【図16】



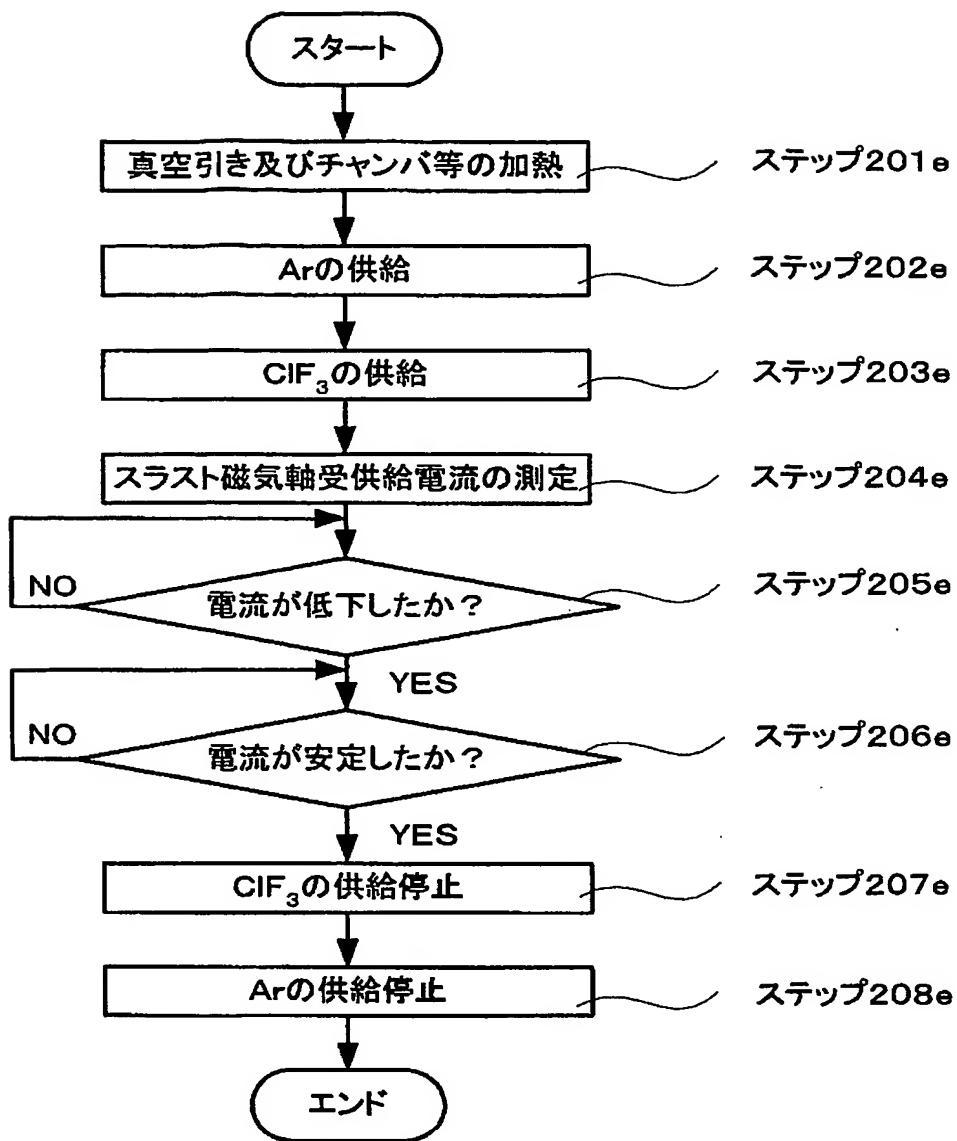
【図17】



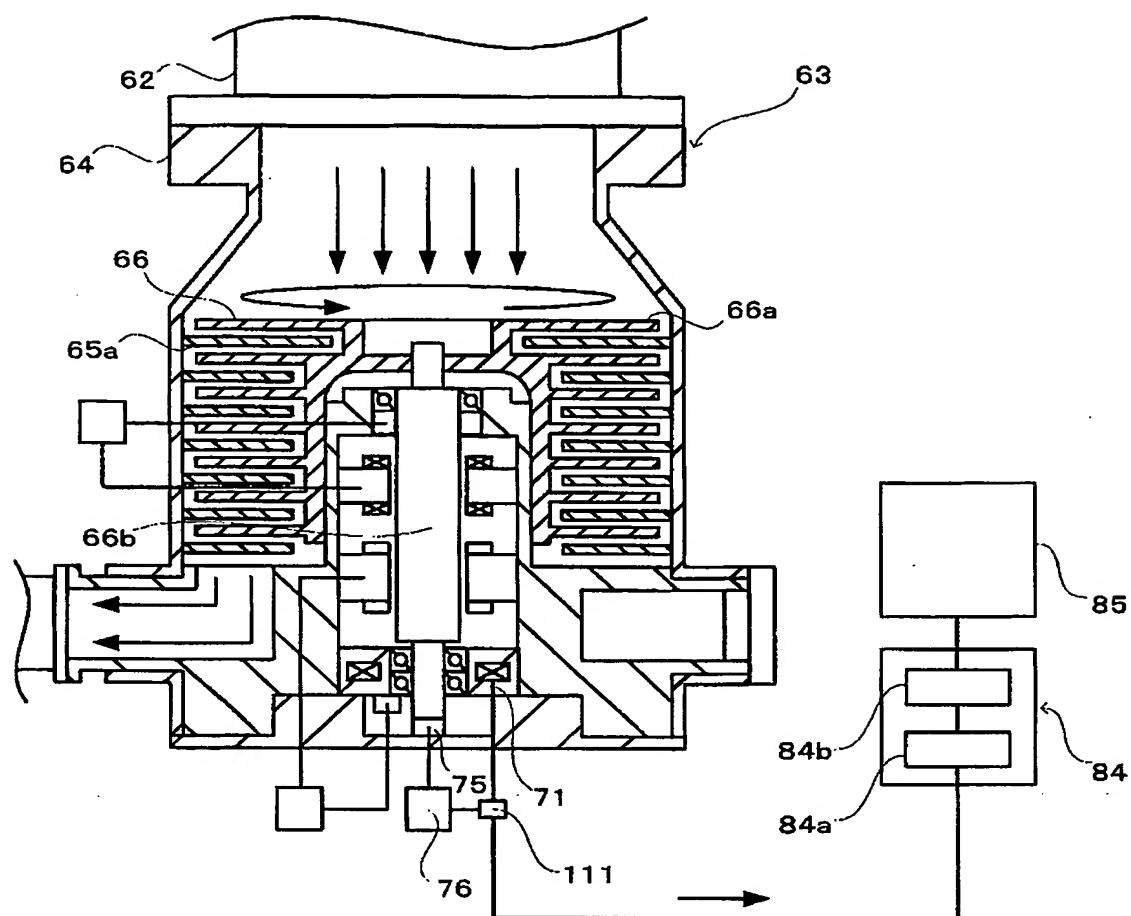
【図18】



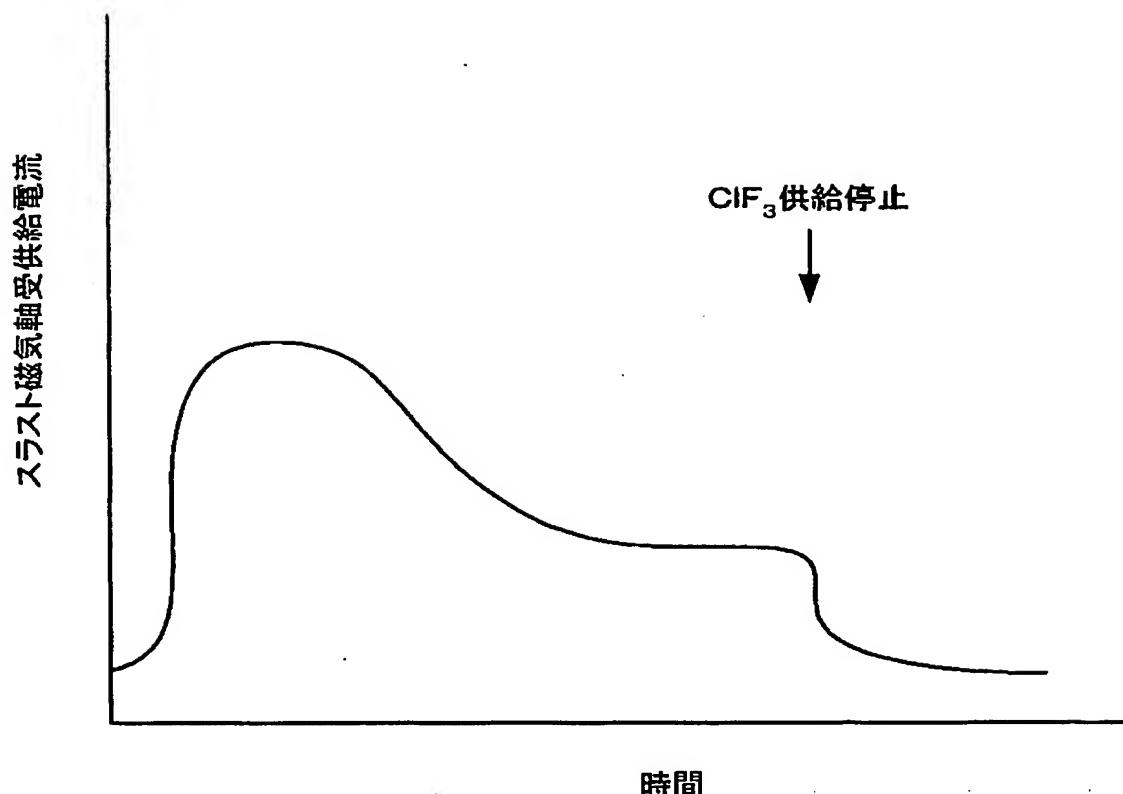
【図19】



【図20】



【図21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマを発生させない場合であってもクリーニングの終点を検出することができる基板処理装置、基板処理装置のクリーニングの終点検出方法を提供する。

【解決手段】 成膜装置1は、チャンバ2内を排気するターボ分子ポンプ63を備えている。ターボ分子ポンプ63のケーシング64の近傍には、ケーシング64から発生する音波の強度を測定するマイクロフォン81が配設されている。マイクロフォン81には、アンプ82及びバンドパスフィルタ83を介して終点検出器84が電気的に接続されている。

【選択図】 図1

特願2002-252270

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社